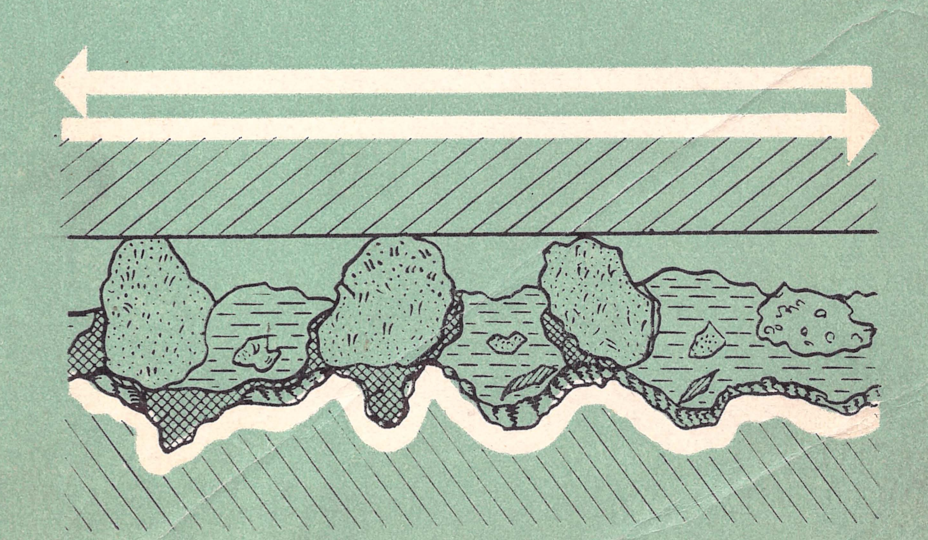
ПРОФТЕХОБРАЗОВАНИЕ



ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

В. В. МАСЛОВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНЫХ СТАНКАХ



В. В. МАСЛО

В. В. МАСЛОВСКИЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ НА ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНЫХ СТАНКАХ

ИЗДАНИЕ ТРЕТЬЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ

Одобрено Ученым советом Государственного комитета СССР по профессионально-техническому образованию в качестве учебника для подготовки рабочих на производстве



МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1979

ББК 34.637
М31
УДК 621.923.4

Отзывы и замечания просим направлять по адресу:
101430, Москва К-51, Неглинная ул., 29/14, издательство «Высшая школа».

Масловский В. В.

М31 Технология обработки на доводочно-притирочных станках: Учебник для подготовки рабочих на производстве. — 3-е изд., перераб. — М.: Высш. школа, 1979. — 151 с., ил. — (Профтехобразование. Обраб. резанием).

20 к.

В книге описана технология абразивной доводочно-притирочной обработки наружных и внутренних плоских поверхностей и тел вращения, приведены сведения об устройстве доводочных и притирочных станков, инструментах, приспособлениях и материалах, используемых при этом виде обработки, изложены сведения об организации рабочего места, вопросы механизации и автоматизации доводочно-притирочных работ и техники безопасности.

Книга предназначена для подготовки рабочих на производстве.

М $\frac{31207-098}{052(01)-79}$ 92—79 2704040000

6П4.67
ББК 34.637

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является основой технического перевооружения всех отраслей народного хозяйства. Основными направлениями развития народного хозяйства на 1976—1980 годы предусмотрено увеличить выпуск продукции машиностроения и металлообработки в 1,5—1,6 раза, значительно улучшить качество выпускаемых машин и приборов, повысить их технический уровень, производительность, надежность и безопасность в эксплуатации.

Научно-технический прогресс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкций машин и приборов, но и непрерывным совершенствованием технологии их изготовления, в том числе методов обработки деталей машин и приборов.

Повышение качества обработки является одной из важнейших задач в современном машиностроении и приборостроении. Разрешение этой задачи невозможно без внедрения в производство прогрессивных и эффективных методов обработки, каким является абразивная доводочно-притирочная обработка, осуществляемая абразивно-доводочными смесями, наносимыми на специальные инструменты — притиры или на сопрягаемые поверхности деталей.

Абразивная доводочно-притирочная обработка практически применяется на любом машино- и приборостроительном предприятии, она нашла широкое применение в инструментальной и радиоэлектронной промышленности.

Доводочно-притирочная обработка позволяет получать шероховатость поверхности 12—14-го классов, а также высокую точность размеров и формы поверхности. Другими достоинствами абразивной доводки являются: возможность обработки высокотвердых материалов (твердые сплавы, закаленные стали, чугуны, минералы и т. д.), одновременная доводка сопрягаемых поверхностей, протекание процесса без значительного нагрева детали, что имеет решающее значение при обработке тонкостенных изделий, измерительного инструмента, например плоскопараллельных концевых мер длины, образцовых мер твердости, транзисторов.

Кроме того, абразивная доводка улучшает физико-механические свойства деталей — повышает сопротивление обработанных поверхностей износу, увеличивает площадь контакта их (почти вдвое), улучшает сопротивляемость коррозии.

Недостатком абразивной доводочно-притирочной обработки является трудность ее автоматизации.

Абразивная доводка является заключительной операцией всего процесса обработки деталей. На доводчика-притирщика, заканчивающего работу, начатую большим коллективом литейщиков, кузнецов, токарей, фрезеровщиков, шлифовщиков, сверловщиков и других рабочих, возложена большая ответственность за успешное завершение обработки деталей. Справиться с этой задачей может только доводчик-притирщик с хорошей теоретической и практической подготовкой.

В связи с этим в книгу включены сведения, необходимые для широкой подготовки доводчика-притирщика, сведения о средствах механизации и автоматизации доводки, технические характеристики новейших станков и инструментов для осуществления сверхточной обработки.

ГЛАВА I. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ДОВОДЧИКА-ПРИТИРЩИКА И ОХРАНА ТРУДА НА ДОВОДОЧНЫХ УЧАСТКАХ

§ 1. Организация рабочего места доводчика-притирщика

Часть площади цеха с расположенным на ней оборудованием, инструментом, необходимым для выполнения доводочно-притирочных работ, находящаяся в распоряжении отдельного рабочего или бригады, называется **рабочим местом**. При организации рабочего места и выполнении работ доводчик (здесь и далее доводчик-притирщик условно называется доводчиком) должен руководствоваться следующими правилами:

на рабочем месте не должно быть ничего лишнего;

все должно быть сосредоточено вокруг рабочего на возможно близком расстоянии, но так, чтобы не мешало его действиям;

каждый предмет в процессе работы необходимо класть на свое место, чтобы не искать его при повторном пользовании;

предметы, которыми чаще приходится пользоваться во время работы, располагать ближе (притиры, абразивно-доводочные материалы), а редко употребляемые предметы (различный вспомогательный инструмент) укладывать дальше;

чертежи, операционные



Рис. 1. Рабочее место доводчиков, осуществляющих полумеханическую обработку:

1 — доводочная паста, *2* — смазочно-охлаждающая жидкость, *3* — доводочная бабка, *4* — обрабатываемые детали, *5* — обработанные детали

карты, рабочие наряды следует располагать так, чтобы ими было удобно пользоваться;

вспомогательные материалы, инструменты необходимо хранить в специальных ящиках.

Организация рабочего места доводчика зависит от типа производства. Оно осуществляется на основе научной организации труда с учетом достижения технической эстетики и психологии.

В условиях единичного и мелкосерийного производства доводочно-притирочные работы выполняются на станках и приводных бабках (рис. 1).

На предприятиях массового производства топливной аппаратуры, гидравлической автоматики, точных измерительных приборов, образцовых мер твердости, эталонов, полупроводниковых пластин, уплотнений насосов и компрессоров, измерительного инструмента технологические операции расчленяются, при этом на доводчика возложена только работа на станке. Сопутствующие работы выполняются другими рабочими, например мойщиками (рис. 2), контролерами, наладчиками.

На доводчика-притирщика возлагаются следующие обязанности:

до начала работы проверить исправность станка, приспособлений, инструментов, наличие ограждений, заземления, наличие соответствующих технологическому процессу абразивно-доводочных смесей и смазок, удалить все лишнее с рабочего места, смазать

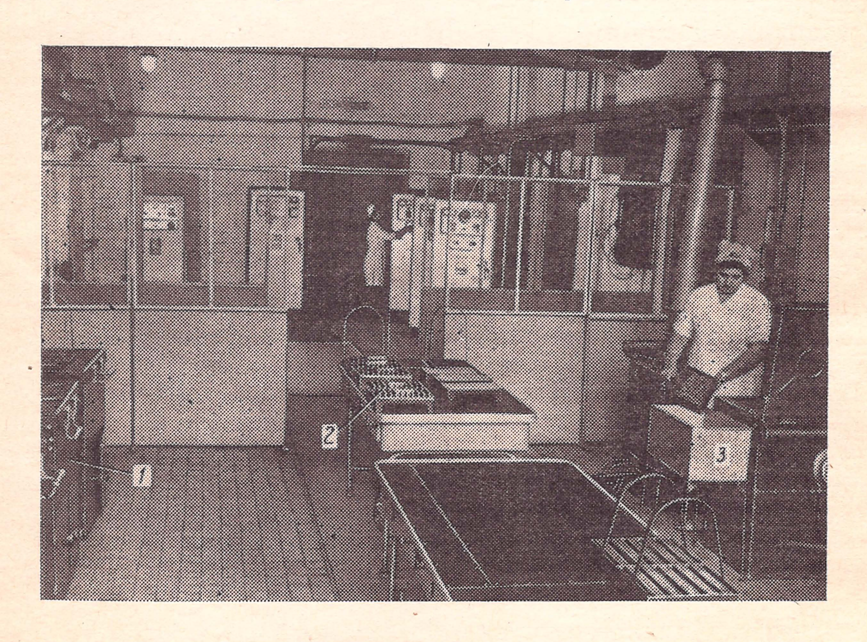


Рис. 2. Организация рабочего места для мойки деталей в условиях крупносерийного производства:
1 — ультразвуковая ванна, *2* — подставки с деталями, *3* — моечная ванна

станок, при необходимости произвести правку притиров, о всех замеченных недостатках сообщить мастеру;

во время работы строго соблюдать технологическую дисциплину и установленный порядок работы, оберегать станок и другое оборудование от повреждений, беречь технологическую оснастку, строго соблюдать правила техники безопасности, содержать рабочее место в чистоте и порядке, работать только точными притирами и незагрязненными абразивно-доводочными смесями, не допускать простоя станка, систематически экономить электроэнергию, материалы;

после окончания работы предъявить обработанные детали контролеру или сдать в установленном порядке в кладовую, убрать рабочее место, смазать рабочие поверхности станка и приспособлений, убрать тару с абразивно-доводочными смесями, отключить от электрической сети и сдать сменщику станок, получить задание на следующий день.

§ 2. Охрана труда и понятие о производственном травматизме

Охрана труда — это система технических, санитарно-гигиенических и правовых мероприятий, непосредственно направленных на обеспечение безопасных для жизни и здоровья человека условий труда.

Выполнение основной задачи охраны труда сводится к проведению комплекса мероприятий, направленных на предупреждение различного рода травм, предотвращение вредных, вызываемых условиями работы, воздействий на организм человека.

Мероприятия по созданию безопасных и здоровых условий труда рабочих проводятся в соответствии с Конституцией СССР, Кодексом законов о труде (КЗоТ) и разработанных на их основе постановлений, инструкций, норм и правил.

Различают травмы производственные и бытовые. К производственным травмам относятся ушибы, раны, термические и химические ожоги, поражения электрическим током, острые отравления и др., происшедшие в производственных условиях.

Причиной производственного травматизма может быть несоблюдение технологии выполнения доводочно-притирочных работ, невнимательность работающего как на рабочем месте, так и при передвижении по территории цеха, завода, неисправность подъемно-транспортного оборудования, приспособлений, станков.

Комплексная автоматизация и механизация производства используются для облегчения условий работы, ликвидации тяжелого физического труда.

В связи с механизацией и автоматизацией доводочно-притирочных работ основное место в обучении молодых рабочих занимает электробезопасность.

§ 3. Электрические травмы и первая помощь пострадавшему

Под электрической травмой понимают повреждения, причиненные человеку электрическим током. Воздействие электрического тока может возникнуть или при непосредственном прикосновении, или при недопустимом приближении к токоведущей части, находящейся под напряжением выше 1000 В. Электротравмы проявляются в виде теплового эффекта или ожогов и электрических ударов.

Человеческое тело имеет наиболее уязвимые места для прохождения электрического тока — тыльная часть ладони, рука на участке выше кисти, шея, висок, плечо и др. Образование электрической цепи через уязвимые места приводит к тяжелым исходам даже при очень малых токах и напряжениях.

Напряжения, применяемые в силовых и осветительных электроустановках, являются опасными для жизни человека. Даже при напряжении 12—36 В электрический ток может вызвать судорожное сокращение мышц и привести к невозможности самостоятельно освободиться от действия электрического тока. Чем длительнее (десятые доли секунды и более) действие тока, тем сильнее и опаснее травмы, поэтому, чем быстрее пострадавший будет освобожден от действия электрического тока, тем вероятнее благополучный исход, сразу же должен быть вызван врач.

При оказании помощи пострадавшему необходимо, во-первых, изолировать себя по возможности от земли, во-вторых, при оказании помощи изолироваться от пострадавшего. Лучше всего пораженного захватить за одежду (полы пиджака, халата или рубашку), при этом рекомендуется предварительно обмотать кисть руки куском сухой ткани или другим изоляционным материалом.

При тяжелом поражении электрическим током дыхание и пульс у пострадавшего так слабы, что почти незаметны. В этом случае, освободив пострадавшего от действия тока, делают искусственное дыхание: пострадавшего кладут на спину, под спину, ниже лопаток, подкладывают небольшую подушку или валик из одежды; если помощь оказывает один человек, то он становится на колени у головы пораженного током, лицом к нему и берет его за руки выше запястий, без рывков отводит руки вверх (вдох), затем опускает руки вниз и прижимает их к обеим сторонам груди (выдох). Нормальная частота искусственного дыхания — 18 дыхательных движений (вдох — выдох) в 1 мин. Необходимо следить за тем, чтобы полость рта была свободной, а дыханию не препятствовал язык пострадавшего.

Пострадавшему необходимо создать условия для свободного дыхания (освободить от стесняющей дыхание одежды, расстегнуть ворот) и обеспечить доступ свежего воздуха.

Описанный метод искусственного дыхания является пассивным, наиболее эффективен метод искусственного дыхания — рот в рот. Искусственное дыхание необходимо продолжать и при транспортировке пострадавшего в лечебное учреждение.

§ 4. Гигиена труда на доводочных участках

На доводочных участках осуществляется механическая обработка с применением различных химически активных веществ и абразивов. Наиболее выраженными неблагоприятными факторами при доводочно-притирочных работах являются выделение в воздух вредных веществ, а также загрязнение открытых поверхностей тела и одежды абразивно-доводочными смесями и смазочно-охлаждающими жидкостями. Степень вредного действия отдельных составляющих абразивно-доводочных, смазочных и моющих смесей, применяющихся при доводочно-притирочных работах, зависит от их химического состава, размера частиц (дисперсности), механических свойств и концентрации. Действие вредных веществ в условиях высоких температур, загрязненности значительно усугубляется. Чистота рабочего места и воздуха, нормальная температура, хорошее освещение оздоровляют труд, создают у работающего хорошее настроение и способствуют повышению производительности труда, а производственная гимнастика повышает бодрость и снижает утомляемость.

Для предупреждения загрязнения воздуха в рабочей зоне производственных помещений, удаления избытков тепла, влаги, вредных примесей, а также для обеспечения воздухообмена устанавливается вентиляция, которая может быть приточной или вытяжной. Вентиляция и дополнительные устройства на доводочных участках создают микроклимат, который определяется температурой воздуха, °С, относительной влажностью, %, скоростью движения воздуха на рабочем месте, м/с, и давлением, мм рт. ст.

Нормальными условиями на доводочных участках считаются: температура воздуха — 20—25°С, относительная влажность 30—60%, давление — 760 мм рт. ст. Для устранения сквозняков необходимо, чтобы скорость движения воздуха, поступающего в рабочую зону, не превышала 0,2—0,3 м/с. Бо́льшие скорости движения воздуха могут вызвать простудные заболевания.

Температура воздуха на доводочных участках находится в прямой зависимости от особенностей технологии производства доводочно-притирочных работ. Она колеблется в узком интервале — летом 20—23°С, зимой — 20—21°С.

Для уменьшения выделений паров бензина, керосина и других вредных жидкостей рабочие места доводочного участка должны быть обеспечены специальной посудой. При работе надо избегать разбрызгивания бензина, керосина.

При ручных доводочно-притирочных работах в результате повышенной терморегуляции, сопровождающейся интенсивным потовыделением, доводчик может потерять за смену несколько литров воды, а с ней около 45—80 г соли. Такая потеря воды и соли вызывает жажду, которую нельзя удовлетворить обычной питьевой водой, поэтому на доводочных участках рабочие обеспечиваются подсоленной газированной водой (05,% поваренной соли), температура которой должна быть 18—20°С.

На доводочных участках должно быть естественное и искусственное освещение как общее, так и местное. Светильники общего освещения должны располагаться в производственном помещении равномерно и не давать ярких бликов и резких теней. Кроме того, каждое рабочее место доводчика оборудуется местным освещением, напряжение электросети которого не превышает 36 В. Освещение на рабочем месте должно исключать возможность прямого попадания света в глаза доводчика, что обеспечивается правильным направлением света от светильника.

Немаловажную роль в производственных помещениях играют зеленые насаждения и правильное сочетание цветов окраски помещений и оборудования. Например, станки и приспособления окрашивают в светло-зеленый цвет, который снижает утомляемость глаз. Цветы способствуют воздухообмену в помещении. Специальные ароматические добавки к пастам и суспензиям оздоровляют воздушную среду.

Спецодежда и индивидуальные защитные средства дополнительно предохраняют организм человека от вредного влияния различных факторов, например от действия бензина, смазочно-охлаждающих и других жидкостей.

Спецодежда (халаты, фартуки) должна обеспечивать надежную защиту тела, халаты необходимо застегивать на все пуговицы, волосы заправлять под косынку, шапочку или берет. При работе на доводочных станках защита глаз доводчика от попадания абразивно-доводочных материалов обеспечивается применением защитных очков.

Спецодежду хранят в шкафчиках и регулярно сдают в стирку.

§ 5. Причины возникновения пожара и противопожарные мероприятия

Причинами возникновения пожара на доводочных участках являются нарушение технологических процессов, неисправность оборудования, неправильный монтаж и неисправности электрических проводок и электрооборудования, неправильное пользование вспомогательными инструментами, курение и использование открытого огня на рабочем участке.

В случае возникновения пожара следует немедленно вызвать пожарную команду и приступить к ликвидации пожара. Необходимо сразу же привести в действие подручные средства тушения, убрать из зоны пожара горючие и огнеопасные материалы, перекрыть коммуникации, по которым возможно распространение пожара.

Для тушения пожара применяют воду, химическую и воздушно-механическую пену, покрывала (войлочные, асбестовые, брезенты), песок, негорючие газы.

К средствам тушения пожара относятся пенный (рис. 3) или углекислотный (рис. 4) огнетушители, гидропульты для воды, ящи-

ки с песком, бачки с водой и инвентарь — ломы, лопаты, ведра и т. д.

Следует помнить, что любой пожар может быть предупрежден устранением причин его возникновения, т. е. созданием условий, при которых загорание невозможно.

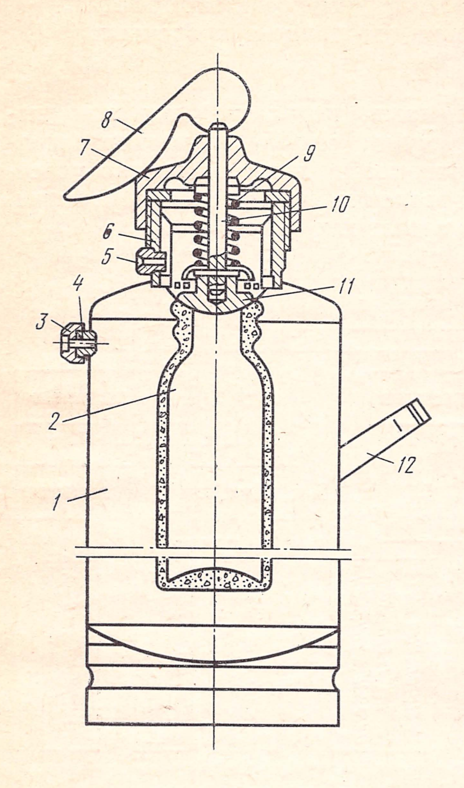


Рис. 3. Огнетушитель пенный ОП-5:

1 — корпус, *2* — кислотный стакан, *3* — штуцер, *4* — гайка мембраны, *5* — запорно-пусковое устройство, *6* — горловина, *7* — крышка горловины, *8* — рукоятка, *9* — пружина, *10* — шток, *11* — резиновый клапан, *12* — ручка

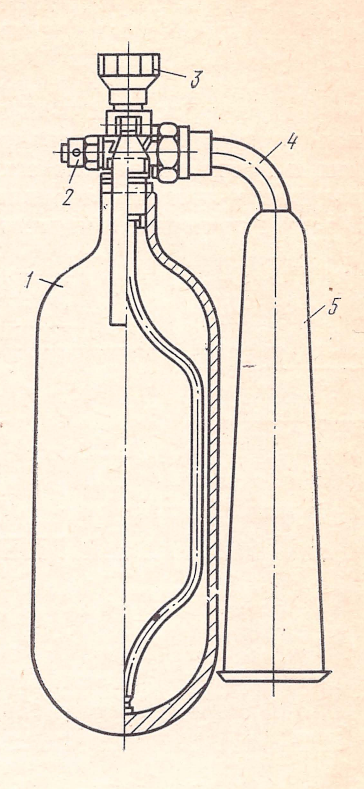


Рис. 4. Огнетушитель углекислотный ОУ-2:

1 — стальной баллон, *2* — предохранитель, *3* — запорный вентиль, *4* — сифонная трубка, *5* — диффузор

Контрольные вопросы

1. Как должно быть организовано рабочее место доводчика-притирщика?
2. В чем заключается основная задача охраны труда?
3. Расскажите о причинах возникновения производственных травм.
4. В чем состоит доврачебная помощь, как делается искусственное дыхание?
5. Расскажите об основных правилах промышленной санитарии и гигиены труда при выполнении доводочно-притирочных работ.
6. Какие причины могут вызвать пожар на доводочном участке?

ГЛАВА II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНЫХ РАБОТ

§ 6. Общие представления о технологических материалах, применяемых при выполнении доводочно-притирочных работ

Под технологическими материалами, используемыми при выполнении доводочно-притирочных работ (рис. 5), понимают основные и вспомогательные смеси и жидкости, непосредственно участвующие в процессе абразивной доводочно-притирочной обработки, а также применяемые для вспомогательных работ.

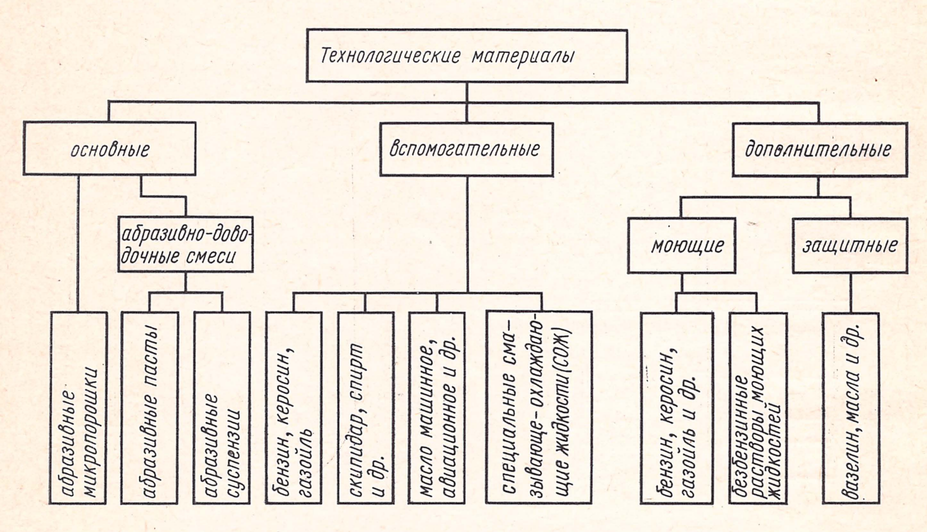


Рис. 5. Классификация технологических материалов

Абразивная доводочно-притирочная обработка относится к обработке металлов резанием. Основными технологическими материалами являются абразивно-доводочные пасты или суспензии, под действием которых в процессе обработки происходит съем металла и достигается высокое качество обработанной поверхности.

Абразивно-доводочный материал состоит из твердых составляющих (абразивов) и жидкой фазы, которая включает в себя химически активные добавки, связки, интенсификаторы и разбавители (рис. 6).

Термин «абразивы» происходит от латинского слова «abrasio», что в переводе на русский язык означает соскабливание. Абразивами называют твердые горные породы и минералы (природные и искусственные), применяемые для механической обработки различных материалов (рис. 7).

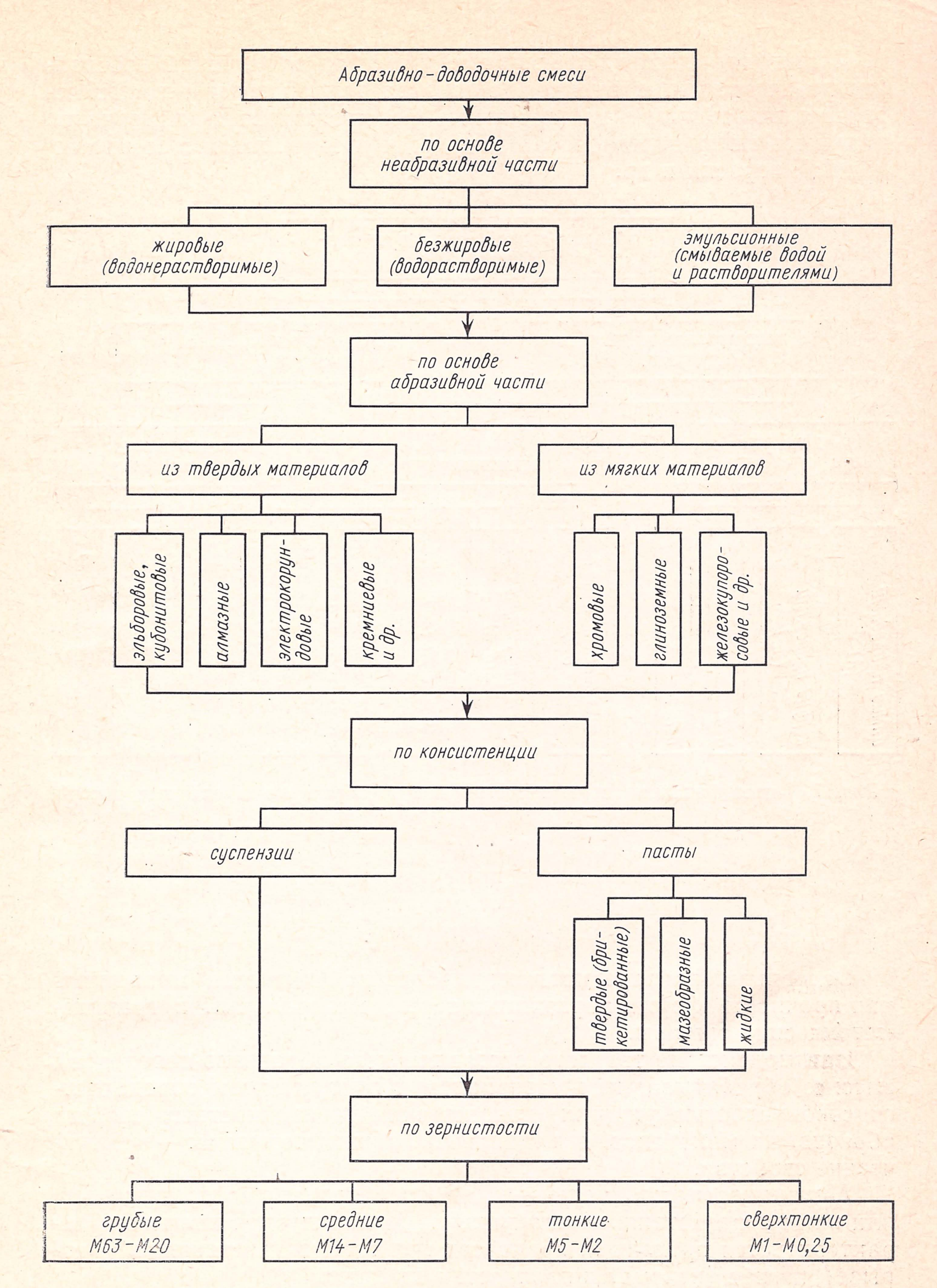


Рис. 6. Классификация абразивно-доводочных смесей

Для поддержания определенной вязкости абразивной прослойки, предотвращения задиров, снижения температуры резания используются смазочно-охлаждающие вспомогательные материалы, например смесь касторового масла с дибутилфталатом в соотношении 1:1, керосин и др.

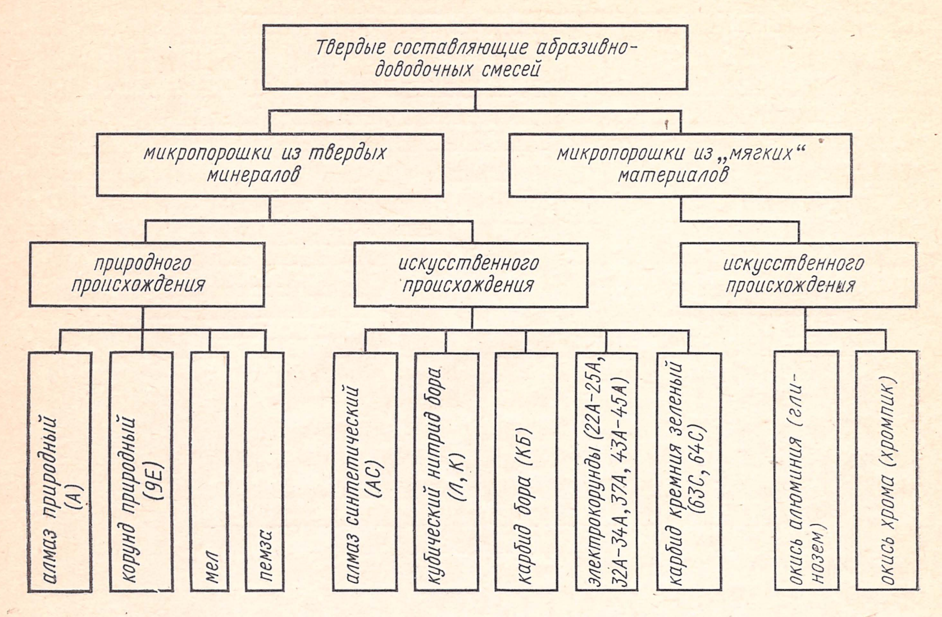


Рис. 7. Классификация твердых составляющих абразивно-доводочных смесей

§ 7. Основные характеристики абразивов и получение твердых составляющих абразивно-доводочных смесей

Основными характеристиками абразива являются механическая прочность, форма абразивных зерен, минеральный и гранулометрический составы.

Взаимодействие твердого составляющего абразивно-доводочной смеси с обрабатываемым материалом и инструментом определяется совокупностью упругих, пластических и прочностных свойств абразивных минералов, объединяемых общим термином — механические свойства.

Механическая прочность — свойство материала воспринимать те или иные воздействия, не разрушаясь. Механическая прочность характеризуется пределами прочности при сжатии, растяжении (разрыве), изгибе (изломе) и прочностью на истирание.

Твердость — сопротивление материала воздействию пластической деформации, возникающей при внедрении в него более твердого тела.

Хрупкость — свойство материала разрушаться под воздействием силы без заметной пластической деформации.

Упругость — свойство материала изменять под воздействием нагрузки свою форму без признаков разрушения и восстанавливать ее после удаления нагрузки.

Износостойкость — сопротивление материалов изнашиванию (износу). Износ — поверхностное разрушение или повреждение поверхности материала при трении.

Химическая стойкость — способность противостоять разрушающему действию химических реагентов — кислот, щелочей, солей, газов.

Твердость минералов определяют разными методами, наиболее простым из них является метод царапания, причем материал царапающего тела должен быть тверже испытуемого материала. К более совершенным методам относится определение твердости абразивов при помощи приборов.

По шкале Риджвея твердость алмаза равна 15, талька — 1, другие минералы занимают промежуточное место.

Микротвердость — твердость отдельных участков микроструктуры абразивного материала (зерна минерала) — более точно определяется методом вдавливания в него алмазного наконечника, имеющего форму четырехгранной пирамиды с углом 136° при вершине (метод Виккерса).

Другими важными характеристиками абразивного материала являются: форма зерна (пластинчатая или многогранная), вид его поверхности (гладкая или шероховатая, с острыми гранями или затупленная), размер зерна — зернистость.

Зерном абразивного материала называют его осколок, полученный дроблением или выращиванием. Размеры зерен характеризуются длиной, высотой и шириной. Круглому зерну, естественно, значительно труднее проникать в обрабатываемое изделие, чем с острыми гранями. Шероховатому зерну обрабатываемая поверхность будет оказывать значительное сопротивление в процессе снятия стружки. Но даже гладкое зерно с острыми гранями и высокой твердости может оказаться непригодным для доводки, если оно слишком мелкое.

Первичная механическая обработка абразивного сырья для получения шлифовальных порошков и микропорошков заключается в их дроблении, обогащении и сортировке по размерам. Дробление производится в дробилках и на валках.

Для повышения содержания в мелких порошках основного абразивного материала и удаления из них посторонних примесей дробленый материал обогащают. Например, обогащение корундовой пыли осуществляют раствором соляной кислоты для удаления железистых и других примесей, а обогащение пыли карбида кремния — прокалкой в муфельной печи с последующей промывкой в чистой воде для удаления графита, окислов железа и других примесей.

По размеру зерна шлифпорошки сортируются просеиванием че-

рез сита, размеры отверстий которых измеряются сотыми долями миллиметра.

Для тонких доводочных работ абразивная промышленность выпускает микропорошки М63, М50, М40, М28, М20, М14, М10, М7, М5, М3, М2, М1.

Абразивную пыль сортируют гидравлическим способом в спокойной воде, основанном на свойстве тонкодисперсных частиц абразивной пыли осаждаться с большей или меньшей скоростью в зависимости от их размеров, или в конусах в восходящем потоке воды.

Второй способ является наиболее совершенным и нашел широкое применение в производстве микропорошков. Аппараты, работающие по методу восходящей водяной струи, обычно имеют форму конуса. В результате регулирования скорости водяного потока абразивная пыль сортируется на фракции. При этом зерна основной фракции выносятся водяной струей в отстойники, а частицы большого диаметра остаются в аппарате.

§ 8. Сверхтвердые абразивные материалы и микропорошки

Вещества (природные и искусственные), содержащие минералы особо высокой твердости и прочности, зерна и порошки которых способны обрабатывать поверхности других очень твердых тел, называют абразивными сверхтвердыми материалами (табл. 1).

1. Условное обозначение сверхтвердых абразивных материалов

Название абразивного материала	Прежние обозначения материала (до 1974 г.)	Новое обозначение материала	Разновидности абразивного материала
Алмаз природный	А	А	А, АМ, АН
Алмаз синтетический	АС	АС	АСО, АСР, АСВ, АСК, АСС, АСМ, АСН
Кубический нитрид бора	Эльбор, Л Кубонит, К	Л К	ЛО, ЛП КО, КМ
Карбид бора	КБ	КБ	—

П р и р о д н ы й а л м а з — разновидность углерода, минерал, добываемый из коренных или россыпных месторождений, плотность 3,5—3,6 г/см^2.

Встречается в виде небольших кристаллов различной формы от 0,005 до нескольких десятков карат (карат равен 0,2 г). Алмазы бывают бесцветные или окрашенные в различные тона: желтые, темно-зеленые, серые, черные, фиолетовые и др. Ограненные кристаллы алмазов — бриллианты — драгоценные камни высшего класса.

Характерным свойством алмаза является его высокая химическая и коррозионная стойкость.

Наиболее ценное свойство алмаза и его отличительная особенность от всех других минералов — высокая твердость — 15 по шкале Риджвея, микротвердость природного алмаза составляет 10 060 кгс/мм²; модуль упругости — 90 000 кгс/мм², прочность при изгибе — 21—49 кгс/мм² и при сжатии 200 кгс/мм².

При повышенной температуре алмаз переходит в графит, что сопровождается потерей твердости. Горение алмаза на воздухе начинается при температуре 840—860°С, в струе чистого кислорода— 720°С. Температура горения зависит от размеров кристалла алмаза и с уменьшением их понижается.

Природные алмазы обозначаются буквой А.

Отечественной промышленностью выпускаются синтетические алмазы (АС), которые по своим физико-механическим свойствам почти не уступают, а по некоторым превосходят природные. Наиболее распространены шлифпорошки из синтетических алмазов пяти марок: АСО, АСР, АСВ, АСК и АСС (хрупкость зерен уменьшается, а прочность увеличивается по расположению марок).

Наибольшее применение в качестве твердых составляющих абразивно-доводочных и полировальных смесей находят алмазные микропорошки четырех марок: две марки из природных алмазов (АМ и АН) и две из синтетических алмазов (АСМ и АСН). Микропорошки АН и АСН обладают повышенной абразивной способностью, рекомендуются для обработки природных и синтетических алмазов, рубинов, корунда, специальных видов керамики и других труднообрабатываемых материалов.

Микропорошки АМ и АСМ обладают нормальной абразивной способностью, рекомендуются для приготовления паст и суспензий, применяемых при обработке твердых сплавов, стекла и других твердых материалов.

Кубический нитрид бора — синтетический сверхтвердый материал, представляющий собой химическое соединение двух элементов — бора (43,6%) и азота (56,4%). Он имеет такую же кристаллическую решетку, почти с таким же строением и параметрами, как и алмаз.

По твердости нитрид бора приближается к алмазу, микротвердость кубического нитрида бора изменяется в пределах 7300 — 10 000 кгс/мм² и составляет в среднем 8500—8600 кгс/мм². Нитрид бора обладает высокой химической стойкостью и теплостойкостью, противостоит нагреву на воздухе до температур от 800 до 1400°С.

Абразивный материал из кубического нитрида бора в СССР выпускается под двумя торговыми названиями — кубонит (условное обозначение шлифпорошков КО и микропорошков КМ) и эльбор (условное обозначение Л). За рубежом кубический нитрид бора имеет название боразон.

По данным ВНИИАШ абразивная способность эльбора зернистостью 10—12 при шлифовании стекла составляет 0,68—0,64 по отношению к абразивной способности природного алмаза, принятого за единицу. Однако это нельзя распространять на металлы, так как при определенных условиях эльбор превосходит алмаз.

Карбид бора представляет собой искусственный абразивный материал, получаемый в дуговых печах из борной кислоты и малозольного кокса (существуют и другие способы его получения).

Цвет карбида бора — темно-серый с металлическим блеском. По твердости карбид бора уступает лишь алмазу и кубическому нитриду бора, микротвердость его колеблется в пределах 4000—5000 кгс/мм². Прочностные характеристики карбида бора зависят от температуры, например предел прочности на изгиб при нагревании на 1300°С уменьшается в 1,74 раза. При этом, чем мельче абразивное зерно, тем оно прочнее. В среднем прочность карбида бора на сжатие равна 180 кгс/мм², при изгибе — 30 кгс/мм², модуль упругости — 29 600 кгс/мм².

Карбид бора характеризуется высокой химической стойкостью, не разлагается в холодных и нагретых разбавленных и концентрированных кислотах.

§ 9. Абразивные материалы обычной прочности и микропорошки

Одну из самых обширных групп твердых составляющих образуют абразивные материалы обычной твердости. Сюда входят минералы природного или искусственного происхождения (табл. 2).

2. Условное обозначение абразивных материалов

Название абразивного материала	Прежнее обозначение материалов (до 1974 г.)	Новое обозначение	Разновидности абразивного материала
Корунд природный	Е	9Е	—
Электрокорунд нормальный	Э2	1А	12А, 13А,
	Э3, Э4		14А, 15А,
	Э5		16А
Электрокорунд белый	Э8	2А	22А, 23А,
	Э9		24А, 25А
	Э9А	3А	
Электрокорунд титанистый	ЭТ	3А	37А
Электрокорунд хромистый	ЭХА		32А, 33А,
	ЭХБ		34А
Монокорунд	М7	4А	43А, 44А,
	М8		45А
Карбид кремния зеленый	К39	6С	63С, 64С
	К38		
	К37		
	К36		

Природный корунд состоит из кристаллической окиси алюминия (Al_2O_3) и некоторого количества примесей, содержание примесей определяет цвет корунда: красный, синий, серый, белый. Плотность корунда — 3,93—4,10 г/см³. В природе встречается две разновидно-

сти корундов — прозрачные и непрозрачные. К прозрачным корундам относят сапфир, рубин, топаз, аметист и изумруд, а к непрозрачным — обыкновенный корунд и наждак. Твердость корунда по шкале Риджвея равна 12, микротвердость достигает 2060 кгс/мм^2, модуль упругости — 38 200 кгс/мм^2. Корунд на воздухе при обычных условиях химически инертен и негигроскопичен.

Небольшие запасы корунда в природе позволяют применять его ограниченно. Наибольшее применение в настоящее время получили искусственные электрокорундовые абразивные материалы, так как они обладают высокими и стабильными показателями.

Электрорунд нормальный — продукт, состоящий в основном из корунда и получаемый из бокситов методом восстановительной плавки в электропечах. В зависимости от содержания окиси алюминия, а также различных примесей электрокорунд нормальный выпускается нескольких марок. Микротвердость электрокорунда нормального 1800—2200 кгс/мм^2, предел прочности на сжатии — 179 кгс/мм^2, а абразивная способность по отношению к алмазу 0,20 (13А) и 0,22 (15А). С увеличением содержания окиси алюминия абразивная способность электрокорунда повышается. Высокая твердость и механическая прочность зерен электрокорунда нормального обеспечивают ему широкое применение при приготовлении абразивно-доводочных смесей. В настоящее время абразивная промышленность выпускает серийно микропорошки зернистостью от М63 до М7, освоена методика выпуска и более тонких микропорошков.

Электрокорунд белый получают плавкой глинозема в электропечах, состоит из корунда и небольшого количества сопутствующего ему высокоглиноземного алюмината натрия и других материалов. Содержание окиси алюминия в электрокорунде белом от 98 до 99%, т. е. значительно выше, чем в электрокорунде нормальном. Зерна электрокорунда белого имеют различную геометрическую форму: изометрическую, удлиненно-пластинчатую и др. Цвет зерен электрокорунда бело-розовый или белый. Микротвердость электрокорунда белого 2400—2600 кгс/мм^2, предел прочности на сжатие — 176 кгс/мм^2, абразивная способность по отношению к алмазу 0,18 (23А) и 0,20 (24А).

Благодаря высокой твердости, прочности, острым кромкам, зерна электрокорунда белого интенсивно снимают слой металла с поверхностей закаленных, цементированных и азотированных сталей. Абразивная промышленность серийно выпускает микропорошки зернистостью от М63 до М1 и более тонкие.

Электрокорунд титанистый (технический сапфир) получают плавлением в электропечах глинозема с присадками двуокиси титана. Зерна электрокорунда титанистого имеют различную геометрическую форму — изометрическую, удлиненно-пластическую и др. Микротвердость электрокорунда титанистого 2200—2300 кгс/мм^2, абразивная способность по отношению к алмазу 0,15 (37А).

Электрокорунд титанистый близок к электрокорунду нормальному, но отличается от последнего бóльшим постоянством свойств. Присадки титана увеличивают вязкость абразивного материала.

Электрокорунд хромистый (технический рубин) — искусственный абразивный материал, полученный при плавке в электропечах глинозема с добавкой хромистой руды. Он содержит не менее 97% окиси алюминия и 0,4—1,2% окиси хрома. Зерна электрокорунда хромистого имеют розовую или темно-вишневую окраску, обладают более высокой по сравнению с электрокорундом белым стабильностью физико-механических свойств и содержит бóльший процент монокристаллов. Форма зерен преимущественно изометрическая. Микротвердость хромистого электрокорунда 2000—2200 кгс/мм², предел прочности на сжатие 165 кгс/мм², а абразивная способность по отношению к алмазу 0,21 (34А). При осуществлении окончательной отделки замечено, что электрокорунд хромистый заметно улучшает светоотражательную способность обработанных поверхностей.

Микропорошки электрокорунда хромистого так же, как и других корундов, получают дроблением, рассеиванием и сортировкой в конусах в восходящем потоке воды.

Монокорунд — абразивный материал из группы корундов, свое название получил от монокристаллов корунда, образующихся при кристаллизации. Монокорунд отличается высоким содержанием окиси алюминия и большой чистотой. Микротвердость монокорунда 2600—2780 кгс/мм², предел прочности на сжатие 185 кгс/мм², а абразивная способность по отношению к алмазу составляет 0,71 (45А). Лучшие свойства монокорунда по сравнению с электрокорундами связаны с особенностью его строения, если электрокорунды представлены осколками кристаллов корунда, то зерна монокорунда являются целыми кристаллами.

Основным недостатком монокорунда является его дороговизна, он примерно на 15—20% дороже электрокорунда белого.

Карбид кремния представляет собой соединение углерода с кремнием, его получают восстановлением кремнезема углеродом. Различают карбид кремния зеленый и карбид кремния черный. Карбид кремния зеленый имеет повышенную твердость и хрупкость. Плотность карбида кремния зеленого 3,16—3,39 г/см³, микротвердость изменяется в пределах от 2850 до 3600 кгс/мм² и составляет в среднем 3340 кгс/мм², прочность при сжатии 150 кгс/мм², прочность при изгибе 15,51 кгс/мм². Карбид кремния зеленый характеризуется высокой химической стойкостью. Абразивная промышленность выпускает микропорошки от М63 до М1. Карбид кремния зеленый особенно эффективен для приготовления смесей по обработке материалов и сплавов с малыми пределами прочности на разрыв таких, как твердые сплавы, чугун, стекло, керамика. Абразивная способность карбида кремния зеленого по сравнению с алмазом природным 0,28—0,45, а карбида кремния черного 0,25—0,45. Порошки карбида кремния черного для приготовления абразивно-доводочных и полировальных смесей почти не применяются.

§ 10. Минералы, используемые в качестве абразивных составляющих смесей

В практике приготовления абразивно-доводочных смесей используются мелкозернистые природные и искусственные минералы, а также окислы некоторых материалов.

Мел — осадочная мажущаяся белая горная порода, состоящая из мелкозернистых слабосцементированных частиц кальция (от 10 до 3 мкм). Его свойства определяются структурой, плотность мела 2,67—2,7 г/см^3, прокаленный мел забирает не более 0,3% влаги из воздуха, в водной среде он легко диспергируется. Содержание углекислого кальция ($CaCO_3$) для мела класса А должно быть не менее 98%, класса Б — 95% и класса В — 90%.

Пемза пористая — губчато-ноздревая горная порода вулканического происхождения, содержащая 65—75% окиси кремния. Пористость пемзы достигает 80%, плотность ее 0,4—0,9 г/см^3, твердость по шкале Риджвея 5—6. Плавится пемза примерно при 1400°С, обладает малой теплопроводностью, плавает на воде, ее излом — неровный и раковистый.

Существует несколько видов пемзы — белая, серая, желтая, черная. Белая пемза имеет поры трубчатой формы, серая — пузырчатые, или пенистые.

Окись хрома представляет собой твердый тонкокристаллический абразивный материал. Цвет темно-зеленый или почти черный. Получают окись хрома обжигом размельченного двухромовокислого калия с серой (в отношении 10:2) или из бихромата натрия. Сплав, полученный при обжиге, измельчают и промывают в кипящей воде. Полученный осадок отфильтровывают и прокаливают при температуре 200—300°С. Готовый продукт содержит не менее 98% окиси хрома и не более 0,2% влаги. На абразивную способность существенное влияние оказывает термообработка. Так, например, окись хрома, прокаленная при температуре 800°С в течение 1 ч, по сравнению с аналогичной непрокаленной окисью повышает съем металла в 1,9 раза и улучшает шероховатость на один класс. Химическая промышленность выпускает порошки окиси хрома различного целевого назначения: «металлургический» (ОХМ-1 и ОХМ-2), «пигментный» (ОХП-1 и ОХП-2), «часовой» (ОХЧ-1 и ОХЧ-2) и «пигментный светлый» (ОХПС-0, ОХПС-1 и ОХПС-2). Окись хрома токсична, она заменяется электрокорундом с добавкой иодистого интенсификатора.

Окись алюминия (глинозем) представляет собой мелкодисперсный белый порошок, содержащий в основном окись алюминия. Получают окись алюминия при обезвоживании гидроокиси алюминия, которая подвергается прокаливанию, дроблению и сортировке. Глинозем имеет высокую прочность. Смеси, приготовленные из микропорошков окиси алюминия, широко применяются для обработки стальных, чугунных материалов. Глинозем обладает хорошими адсорбционными свойствами.

§ 11. Наиболее характерные представители неабразивных составляющих смесей

Очень обширна группа веществ, входящих в неабразивную часть абразивно-доводочных смесей (рис. 8).

Олеиновая кислота (олеин) является наиболее часто употребляемым компонентом доводочных паст. Олеин — побочный продукт при производстве стеариновых свечей. Основная составляющая олеина — олеиновая кислота — представляет собой бесцветную маслянистую жидкость; она легче воды, на холоде застывает (образуются игольчатые кристаллы), плавится при температуре ~14°С; на воздухе легко окисляется, в результате чего желтеет; в воде не растворяется, хорошо растворяется в этиловом спирте, эфире, бензине. При присоединении двух атомов углерода олеиновая кислота переходит в стеариновую.

Олеин обладает высокой химической активностью, избыточное количество алеина (свыше 25% от общего) может вызвать коррозию металла. Промышленность выпускает три марки олеина А, Б и В. Для приготовления абразивно-доводочных смесей чаще всего используются марки А и Б.

Нефтяные сульфокислоты — смесь свободных нерастворимых в воде органических кислот и их натриевых солей и мыл. Получают щелочной очисткой керосиновых, газойлевых, масляных и других дистилляторов. Выпускаемые промышленностью нефтяные кислоты делятся на 4 группы: мылонафт, асидол, дистиллированные нефтяные кислоты и асидол-мылонафт.

Кислоты синтетические жирные — это обычно продукты переработки парафина твердой консистенции от кремового до светло-желтого цвета. Промышленность выпускает ряд марок синтетических жирных кислот: СЖКС-Т, СЖК и др., технический воск и смазки А-20, В-20 и ППМ.

Стеариновая кислота (стеарин) относится к разряду одноосновных предельных карбоновых кислот. Температура плавления 69,6°С, температура кипения 291°С, относительная молекулярная масса 284,49. Дистиллированная стеариновая кислота получается при прессовании охлажденного гидролизата животных жиров. Стеарин выпускается четырех сортов — два особых, первый и второй, из которых чаще всего для приготовления смесей используется первый и второй сорта. Он обладает высокой поверхностной активностью, хорошо смачивает твердые тела, в воде не растворяется, хорошо растворяется в горячем этиловом спирте и эфире.

Пчелиный воск — натуральный продукт, состоящий из 70—74% сложных эфиров одноатомных спиртов и жирных кислот, 14—15% свободных жирных кислот и 12—15% предельных углеводородов. Он имеет высокую стойкость, температура плавления 62—67°С. Иногда пчелиный воск отбеливают на солнце или с помощью различных окислителей, например водорода, двуххлористого калия. В абразивно-доводочные смеси он вводится для лучшего связывания жиров и абразивов.

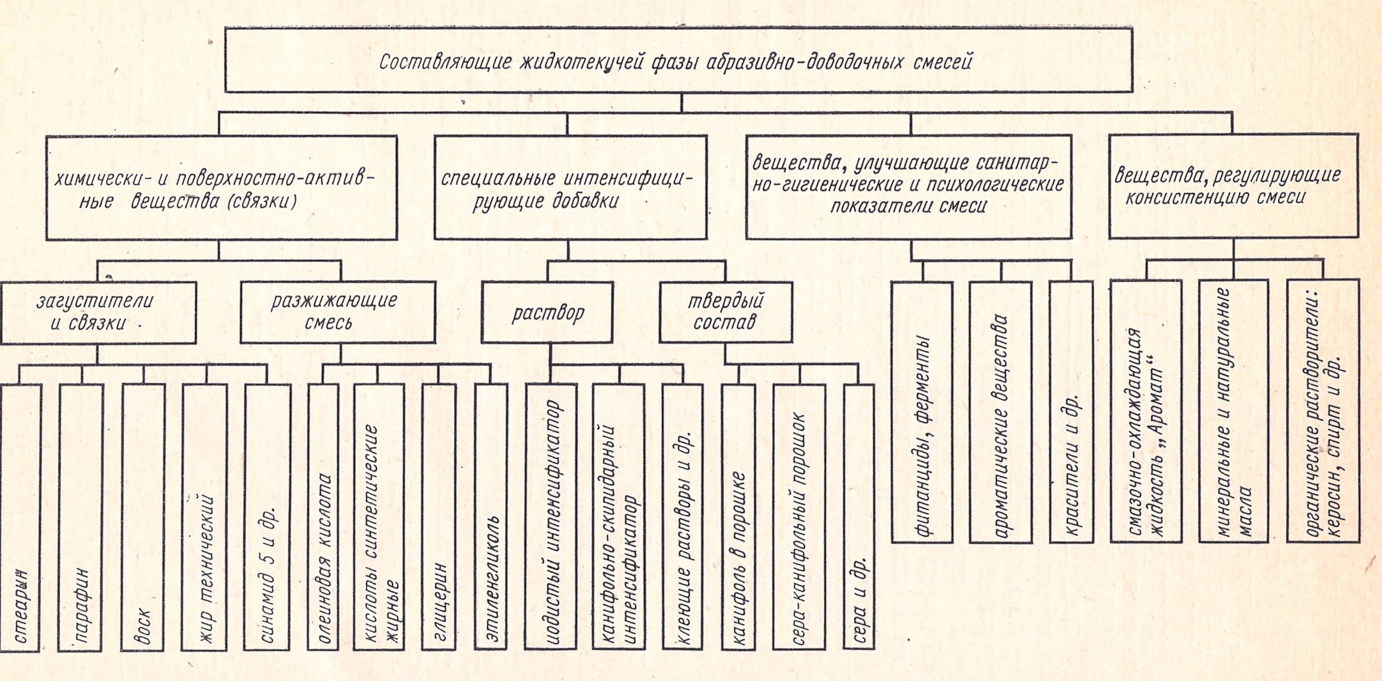


Рис. 8. Классификация составляющих жидкотекучей фазы абразивно-доводочных смесей

Воск-монтан получают экстракцией растворителями из бурых каменных углей. Монтановый воск плавится при температуре 73—80°С. Введение его в состав паст обеспечивает повышенный полирующий эффект.

Парафин представляет собой белую кристаллическую массу, смесь твердых высокомолекулярных углеводородов предельного характера. Парафины получают из нефти, нефтяные парафины являются поверхностно-нейтральными веществами, водой не растворяются и не смываются. Серийно выпускаются высокоочищенные $В_1$ 50-52, $В_2$ 52-54, $В_3$ 54-56, $В_4$ 56-58 технически очищенный Т, используемый для синтеза жирных кислот С, неочищенный спичечный $Н_е$ и неочищенный высокоплавкий $Н_в$ парафины.

Церезин является продуктом переработки горного воска-озокерита. В природе образуется из нефти и состоит главным образом из твердых предельных углеводородов. Озокерит почти не окисляется и имеет высокую температуру плавления; он способствует улучшению пластических свойств парафина и гомогенизации восков. Выпускается четыре марки церезина: 57, 67, 75 и 80, марка соответствует температуре каплепадения в °С.

Петролатум — смесь церезина и парафина с очищенным высоковязким маслом. Температура каплепадения не менее 55°С, температура вспышки 230—250°. Выпускается три марки петролатума: ПК — сернокислый, ПС — селективный и $ПС_с$ — селективный сернокислый.

Вазелин технический (смазка универсальная низкоплавкая — УН) — смесь петролатума, парафина, церезина, индустриального и цилиндрового масел и кубовых отходов приборных масел, а также тяжелых парафиновых и озокеритовых дистиллятов. Температура его каплепадения должна быть не ниже 54°С.

Препарат ОС-20 — это воскообразная твердая смесь полиэтиленгликолевых эфиров высших жирных спиртов. Цвет препарата изменяется от белого до светло-коричневого. Положительным свойством препарата является то, что он предотвращает накопление статического электричества на полируемой поверхности и способствует повышению стойкости растворителя и восковых компонентов. Препарат ОС-20 выпускается трех марок — А, Б и В.

Солидол жировой (универсальная смазка среднеплавкая УС) представляет собой соединение кальциевых солей высших жирных кислот с жидкими углеводородами. Солидол Т или УС-3 имеет температуру каплепадения 90°С. Выпускается еще две марки смазки УС — УС-1 (пресс-солидол) и УС-2 (солидол Л).

Масло индустриальное выпускается пяти марок, отличающихся кинематической вязкостью: индустриальное 12 (веретенное 2), индустриальное 20 (веретенное 3), индустриальное 30 (машинное Л), индустриальное 45 (машинное С), индустриальное 50 (СУ). Цифры указывают вязкость, сСт. Температура вспышки от 165 до 200°С.

Масло веретенное АУ. Температура вспышки не ниже 163°С, температура застывания —45°С.

Масло костное представляет собой сложный эфир различных карбоновых кислот: стеариновой, олеиновой, лимонной, пальмитиновой. Получают его прессованием закристаллизованного костного жира, вываренного из костей свиней и крупного рогатого скота. Высший сорт костного масла имеет температуру застывания —18°С, температуру вспышки 300°С.

Масло касторовое представляет собой прозрачную жидкость, цвет светло-желтый или желтый. Получают прессованием или экстракцией из семян клещевины. Температура застывания —16°С.

Масло терпенное (скипидар) представляет собой продукт переработки сосновой живицы. Это сложная смесь, состоящая в основном из терпеновых углеводородов, прозрачная летучая жидкость с характерным запахом. Скипидар легко окисляется на воздухе, особенно на свету, растворяет смолы, жиры, каучук; легко изомеризуется и полимеризуется под действием тепла и кислот. Начинает кипеть скипидар при температуре 153—150°С. Скипидар в больших количествах токсичен.

Жир животный технический представляет собой сложные эфиры трехатомного спирта, глицерина и различных кислот, главным образом стеариновой, пальмитиновой, олеиновой, лауриновой, арахиновой, линолевой. Различают технические жиры — говяжий, бараний, конский и смешанный. Свежие жиры почти не содержат кислот. При длительном хранении и действии влаги, света, воздуха и тепла кислотное число увеличивается. Жиры, имеющие кислотное число более 8, считаются прогорклыми. Поэтому срок хранения смесей с животными жирами ограничен.

Канифоль — хрупкая стекловидная масса, состоящая в основном из смоляных кислот, цвет от темно-красного до светло-желтого. Канифоль — колофонийская смола, является твердой составной частью смолистых веществ хвойных деревьев. Размягчается при температуре 52—70°С, становится жидкой при температуре 120°С, плохой проводник тепла и электричества. Канифоль в воде не растворима, растворяется в эфирных маслах, ацетоне, спирте, скипидаре, бензоле, мало растворима в бензине, керосине.

Канифоль содержит окисляющие вещества. Добывается из сосны или из просмолившихся пней путем извлечения растворителями. Применяется в качестве основного составляющего при приготовлении интенсификаторов.

§ 12. Интенсификаторы и другие добавки

В процессе абразивной доводочно-притирочной обработки, осуществляемой абразивно-доводочными смесями, интенсивное «вымывание» абразивных зерен происходит в период, когда составляющие неабразивной части перешли в жидкое состояние. Затормозить твердые составляющие можно увеличением шероховатости притира и коэффициента трения смеси. Первое осуществить практически легко, но по технологическим соображениям не представ-

ляется возможным, так как грубые риски на притире царапают обрабатываемую поверхность, шероховатость ее увеличивается. Второе направление основано на введении в процесс приготовления абразивно-доводочной смеси комплексной добавки. Комплексная добавка в виде специального раствора — интенсификатора — подбирается так, чтобы выполнялись две основные задачи:

1) на поверхности твердых составляющих будущей пасты или суспензии образовывалась (еще в момент приготовления) тонкая пленка из клеющего вещества, например смолы;

2) обработанной поверхности должны быть приданы необходимые свойства.

Интенсификатор должен хорошо совмещаться с неабразивной частью смеси, обеспечивать более равномерное расположение абразивных зерен на поверхности притира, снижая под воздействием центробежных сил интенсивность их разбрасывания. Например, интенсификатор, вводимый в абразивно-доводочные смеси для обработки стальных деталей, представляет собой специальный раствор канифоли в ее растворителях и керосине (табл. 3). Цвет интенсификатора светло-коричневый, а интенсификатор 1-го и 2-го составов имеет ярко выраженный запах скипидара. Он водится в состав абразивно-довочных смесей как самостоятельное составляющее с целью искусственного шаржирования поверхности притира.

3. Составы интенсификатора

Компоненты	Содержание, %, по массе			
	Составы			
	1	2	3	4
Канифоль	12	9	12	12
Скипидар технический	32±2	73	32±2	—
Гидролизный спирт	46±2	—	—	68
Осветительный керосин	10±2	18	10±2	10±2
Этиловый спирт	—	—	46±2	—
Этиленгликоль	—	—	—	10±2

Иодистый интенсификатор придает обработанной поверхности золотистый оттенок.

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) — продукты переработки нефти и газа, обычно порошки или маслообразные жидкости или мази, ПАВ интенсифицируют процесс обработки; они улучшают пенообразование и способность удерживать загрязнения в жесткой воде, снижают процесс коррозии металла, повышают моющую способность смесей и т. д. Многие ПАВ являются составляющими водорастворимых абразивно-доводочных смесей, но чаще всего на их основе приготовляют технологические смеси (композиции) для межоперационной мойки и очистки изделий.

Глицерин представляет собой густую прозрачную жидкость сладкого вкуса. Он является основным представителем трехатомных спиртов, содержащих три гидроксильные группы. Температура

плавления 17,9°С, температура кипения 290°С, с водой и другими растворителями соединяются в любых количествах.

Этиленгликоль (заменитель глицерина) — густая бесцветная жидкость сладковатого вкуса, не имеющая запаха. Его получают из окиси этилена при нагревании с водой. Температура плавления — 12,3°С. Хорошо растворяется в воде и этиловом и метиловом спиртах, ацетоне.

Триэталомин — маслянистая жидкость темного цвета. Температура плавления 21,2°С, кипения 277—279°С. Хорошо растворяется в воде и других растворителях.

Пропиленгликоль — густая бесцветная жидкость, без запаха, сладкая на вкус; температура кипения 188°С; хорошо растворяется в воде и этиловом спирте. В соединении с кислородом пропиленгликоль образует молочную кислоту.

Кроме того, в состав доводочных смесей могут входить ароматические вещества, способные не только придавать пастам и суспензиям приятный запах, но и убивать бактерии. Это так называемые фитонциды. Для придания смесям красивого цвета вводятся красители.

§ 13. Порядок выбора неабразивных составляющих

Связующие вещества, составляющие неабразивную часть, играют активную роль в процессе абразивной доводочно-притирочной обработки.

Активность добавки в значительной степени зависит от характера ее применения. При таких процессах, как точение, фрезерование, вытяжка металла и др., можно применять относительно неустойчивые соединения, так как в этом случае коррозия играет небольшую роль. Однако добавка может оказаться вредной, если высокая активность добавки вызовет повышенную химическую коррозию.

Оценку пригодности той или иной связки, как и абразивно-доводочной смеси, определяют по многим показателям, главнейшими из которых являются:

технические — интенсивность съема припуска, степень улучшения шероховатости, придаваемый обработанной поверхности оттенок, антикоррозионность, технологичность приготовления и использования;

санитарно-гигиенические — нетоксичность, степень кожно-раздражающего, аллергического действия на организм, вероятность накопления в организме, степень и быстрота биологического разложения, способность утилизации;

эстетические — внешний вид, окраска, запах;

экономические — себестоимость, срок хранения и др.

Выбор связки зависит от операции, для которой паста предназначается. Связка пасты состоит из активных добавок, олеиновой и стеариновой кислот и из жировой основы — масла типа костяного, свиного жира. Для придания пасте определенной твердости в нее добавляют парафин.

Основными химическими реагентами, способствующими активизации процесса доводки, являются олеиновая и стеариновая кислоты. Чем выше содержание метиленовой группы CH_2 в молекуле активного вещества, тем сильнее его влияние на повышение производительности процесса. Лучшее качество поверхности получается при введении в связку стеарина. Оптимальное количество стеарина в пастах, влияющее на эффективность процесса, составляет 10% от общей массы пасты, но пасты с таким содержанием органического вещества труднее прессуются и очень крошатся, поэтому в пасте всегда содержится большее количество стеарина — 16—40%. Стеариновая и олеиновая кислоты действуют одинаково. Обычно в пастах их используют одновременно для придания ей определенной консистенции.

Пасты на основе парафина обеспечивают меньший съем металла, чем пасты с таким же содержанием стеарина или олеиновой кислоты. Парафин увеличивает твердость пасты, хорошо связывает абразивное зерно.

Пасты на основе парафина применяют для обработки изделий, к качеству поверхности которых предъявляются очень высокие требования по светоотражательной способности.

Наименьшие съемы металла дают смеси с вазелиновым или трансформаторным маслом.

§ 14. Технология приготовления и порядок хранения абразивно-доводочных смесей

Процесс приготовления абразивно-доводочных смесей включает подготовку рабочего места лаборанта, подбор, контроль и взвешивание составляющих, доведение всех составляющих жидкой фазы до жидкотекучего состояния и их очистку, смешивание всех составляющих или собственное приготовление смеси, охлаждение и расфасовку, испытание приготовленной пасты или суспензий на рабочую способность, фиксацию полученных результатов в рабочем журнале и уборку рабочего места.

Прежде чем приступить к приготовлению абразивно-доводочной смеси, необходимо привести в порядок рабочее место. Еще раз проверяется чистота емкостей, приспособлений, которые необходимы для работы лаборанта. Сверяются (в случае необходимости — восстанавливаются) маркировочные знаки на емкостях. Все эти работы выполняются после ознакомления с заданием и инструкцией (рецептом) на приготовление смеси. Замена недостающих составляющих допускается только с письменного разрешения ведущего специалиста-технолога.

Технология приготовления абразивно-доводочной смеси выполняется примерно в такой последовательности:

1. Взвешивание по рецепту компонентов, входящих в состав пасты. Мазеобразные составляющие — связки переводят в жидкотеку-

чее состояние подогревом их на электроплитках или же растворением растворителями. Все эти работы выполняются в вытяжных шкафах, так как этот процесс протекает с выделением дурнопахнущих и порой токсичных паров.

2. Неабразивные составляющие, находящиеся в жидкотекучем состоянии, тщательно профильтровывают через сита или марлю, а затем к ним добавляют твердые составляющие пасты или суспензии. Последними вводятся красители, интенсификатор и ароматические добавки.

3. Составленная смесь тщательно перемешивается до получения однородной массы и с максимально высокой скоростью охлаждается. Расфасовывается смесь тогда, когда она находится в сметанообразном состоянии.

4. Приготовленная паста или суспензия подвергается испытанию на абразивную способность, а результаты фиксируются в лабораторном журнале наряду с ее учетом.

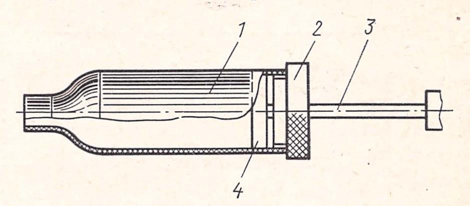


Рис. 9. Тубус для хранения абразивно-доводочных смесей:
1 — корпус, *2* — резьбовая пробка, *3, 4* — поршни

Внешняя среда оказывает существенное влияние на качество абразивно-доводочных смесей: повышение температуры вызывает размягчение и плавление твердых паст, в результате чего нарушается не только равномерность распределения составляющих, но и изменяются их химические свойства; низкая температура делает пасты твердыми и хрупкими. Таким образом меняются выходные показатели пасты или суспензии, т. е. процесс старения их протекает более интенсивно. Поэтому правилам хранения абразивно-доводочных материалов следует придавать особо важное значение.

Жидкие пасты и суспензии хранят в холодильных шкафах в пластмассовых бутылях, имеющих герметически закрывающиеся крышки. Не рекомендуется длительное воздействие на них дневного и электрического света. Перед разливкой жидких паст и суспензий в меньшие емкости, приготовляемую смесь аккуратно и тщательно перемешивают.

В качестве посуды для хранения и использования жидких паст и суспензий используют металлические и пластмассовые тубусы (рис. 9).

Твердые пасты, расфасованные в тюбики из парафинированной бумаги, хранят в плотно завязанных полихлорвиниловых или полиэтиленовых мешочках, в холодильных шкафах.

В условиях предприятия, где не предусмотрены специальные условия длительного хранения, доводочные пасты и суспензии, как правило, хранят не более 3—4 суток и только в герметически закрытой таре при температуре воздуха не выше 10°C.

§ 15. Составы абразивно-доводочных смесей

Рецепты (составы) паст разнообразны, хотя используются для одинаковых доводочно-притирочных работ. Ниже приводятся абразивно-доводочные смеси, которые являются наиболее характерными для данной группы смесей.

Алмазные пасты — это абразивно-доводочные смеси, приготовляемые на основе микропорошков алмаза. В состав неабразивной части могут входить водорастворимые и водонерастворимые составляющие, в качестве наполнителя используются микропорошки обычных абразивов (табл. 4).

4. Состав абразивно-доводочной смеси на основе алмаза

Компоненты	Содержание от общей массы, %
Синтетический алмаз, М63—М1 . .	5—15
Оливковое масло	5—10
Стеарин	20—40
Олеиновая кислота	10—20
Глицерин	Остальное

При окончательной обработке цилиндрических поверхностей особо твердых материалов рациональными являются абразивно-доводочные смеси на основе кубонита (табл. 5).

5. Состав твердых абразивно-доводочных паст для обработки особо твердых материалов

Компоненты	Содержание от общей массы, %
Кубонит, М63—М1	5—15
Электрокорунд, М50—М0 ,5 .	12—20
Олеиновая кислота	25
Стеарин	25—30
Жир животный	Остальное

Для окончательной обработки деталей из материалов средней твердости чаще всего используются абразивно-доводочные смеси на основе микропорошков электрокорунда, реже — карбида бора, карбида кремния зеленого и других абразивов (табл. 6, составы предложены автором книги).

В крупнозернистых абразивно-доводочных смесях твердых составляющих содержится бо́льший процент, чем в мелкозернистых. Например, в пасте МАС 14-Ж имеется 35% микропорошка, в пасте МАС 5-Ж — 22%, а в пасте МАС 1-Ж — лишь 18% микропорошка.

Пасты «Харьков-ДМ» приготовляются из абразивного микропорошка, олеиновой кислоты, стеарина, парафина, спецраствора и разбавителей; применяются при ручной и машинной дово-

6. Составы абразивно-доводочных смесей на основе электрокорунда, % по массе

Электрокорунд в микропорошках			Олеиновая кислота	Стеарин	Стеарин и церезин	Интенсификатор иодистый водонерастворимый	Разбавитель	Синтомид 5	Интенсификатор иодистый водосмываемый	Вода	Синтетический моющий порошок «Эра—Автомат»
М63-М1	М28-М1	М14-М1									
Твердый МАС-Т											
35—12	—	—	25	30—37		5—10	—	—	—	—	—
Мазеобразный МАС-Ж											
—	—	35—18	25	19—21		15—16	12—20	—	—	—	—
Жидкий МАС-Ж											
—	—	32—18	25	—	14—26	13—15	14—18	—	—	—	—
Жидкий «Гигиена-Ж»											
—	35—18	—	—	—	—	—	—	32—30	20	Остальное	—
Мазеобразный «Гигиена-М»											
—	35—18	—	—	—	—	—	—	20—25	—	Остальное	15—18

7. Унифицированный состав абразивно-доводочных паст для обработки стальных деталей твердостью HRC 25—70, % по массе

Наименование выполняемых доводочно-притирочных работ	Условное обозначение пасты	Твердые составляющие		Жидкая фаза					Цвет
		электрокорунд хромистый в микропорошках		олеиновая кислота	стеарин	парафин	специальный раствор	разбавитель	
Черновые	Харьков-ДМ40	М40	30	25	30	5	5	5	—
	Харьков-ДМ28	М28	30	25	30	5	5	5	
	Харьков-ДМ20	М20	25	25	30	5	4	11	
Чистовые предварительные	Харьков-ДМ12	М14	23	25	30	5	4	13	Серый
	Харьков-ДМ10	М10	22	25	30	10	3	10	
Чистовые тонкие	Харьков-ДМ7	М7	21	25	32	10	3	9	Вишневый
	Харьков-ДМ5	М5	20	24	33	12	2	9	
Окончательные	Харьков-ДМ3	М3	18	23	35	13	2	9	Розовый
Сверхтонкие	Харьков-ДМ1	М1	12	23	37	16	2	10	

Примечания. 1. Унифицированный абразивно-доводочный материал сокращенно обозначается «Харьков-ДМ» с простановкой числа, указывающего номер зернистости микропорошка.
2. Спецраствор-интенсификатор состоит из 12% канифоли, 46% этилового спирта, 32% скипидара и 10% керосина.
3. В качестве разбавителя используется смесь касторового масла с дибутилфталатом (1:1) или смазочно-охлаждающая жидкость «Аромат».

дочно-притирочной обработке стальных деталей, имеющих твердость HRC 25—70 (табл. 7).

Названные пасты могут использоваться при обработке деталей, изготовляемых из других материалов, имеющих такую же твердость. Пасты «Харьков-ДМ» широко применяют на заводах топливной аппаратуры.

§ 16. Выбор абразивно-доводочных смесей

Технологический процесс абразивной доводки, как правило, разделяют на две-три или даже больше операций: на предварительную первую, предварительную вторую и чистовую. Такое разделение операций при абразивной доводке свободным зерном осуществляется с целью последовательного повышения качества обработанной поверхности. При этом на черновых операциях применяют крупнозернистые абразивно-доводочные смеси, а на чистовых — трехмикронные или даже полумикронные.

Положение о том, что с увеличением давления притира на каждое зерно глубина оставляемых рисок увеличивается, правильно лишь до тех пор, пока это усилие не превосходит прочности самого зерна. Поэтому выбирать абразивно-доводочный материал только по зернистости недостаточно: во всех случаях необходимо учитывать химические и физико-механические свойства микропорошка, а также свойства обрабатываемого материала (марки, твердость и др.). Работоспособность самого зерна определяется его ударной вязкостью, способностью самозатачиваться и противостоять раскалыванию. Поэтому не случайным является то, что для обработки деталей, изготовляемых из сверхтвердых материалов, а также труднообрабатываемых мест используются алмазные, эльборовые пасты или пасты из карбида бора.

Детали, имеющие твердость HRC 45—65, легко обрабатываются абразивными пастами на основе электрокорундов, лучшее качество обработанной поверхности обеспечивает электрокорунд хромистый. Абразивные пасты на основе микропорошков из зеленого карбида кремния широко применяют для обработки деталей из мягких материалов, например бронз, графитов, алюминия, незакаленных сталей, чугунов, а также неметаллов.

С другой стороны, съем металла абразивными зернами в единицу времени зависит не только от глубины царапин, но и от количества их на единице площади. Если рассматривать каждое абразивное зерно как один резец, то эффект обработки будет зависеть не только от мощности зерен-резцов, но и от количества одновременно действующих зерен-резцов на обрабатываемый материал. Когда зерен в зоне резания очень мало, несмотря на большую глубину отдельных царапин, съем металла по площади обработки падает до ничтожной величины; износ абразивных одиночных крупных зерен протекает интенсивнее, т. е. расход пасты увеличивается, производительность падает, качество обработки снижается. При слишком

большом количестве абразивных зерен в зоне резания (плотные пасты) происходит как бы «перемалывание», а не интенсивный съем металла, производительность обработки снижается, себестоимость паст высокая.

Густота абразивно-доводочных смесей может быть различной. Например, при непрерывной подаче суспензии на универсальных и плоскодоводочных станках рациональнее работать на жидких смесях. При окончательной обработке отверстий плунжерных и золотниковых втулок, осуществляемых на горизонтально-доводочных станках, лучше пользоваться смесями бо́льшей вязкости, например пастами «МАС-Ж».

Густые пасты применяют при ручных полумеханических работах для правки и шаржирования притиров. Однако всегда должно поддерживаться оптимальное соотношение в абразивно-доводочной смеси твердых составляющих и жидкой фазы (см. табл. 7).

Кроме того, при добавлении в состав абразивно-доводочных смесей в небольших количествах химически активных веществ (кислот, солей) интенсивность процесса доводки повышается, например введение в керосин олеиновой кислоты (2,5%) увеличивает съем металла при доводке притирами. Абразивно-доводочные смеси следует подбирать строго по рецептам, рекомендуемым технологическим процессом. Категорически запрещается работать загрязненными абразивно-доводочными смесями или смешивать их разные зернистости. Загустевшие мягкие абразивно-доводочные смеси (пасты) не следует применять, перед употреблением их нужно разбавить керосином, смазочно-охлаждающей жидкостью «Аромат» или другими жидкостями.

§ 17. Смазочно-охлаждающие жидкости, используемые для доводочно-притирочных работ

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при выполнении доводочно-притирочных работ оказывает значительное влияние на стойкость абразивно-доводочных смесей, интенсивность процесса доводки, а также на качество обработанной поверхности. Применение СОЖ необходимо для охлаждения инструмента и детали в процессе резания; предохранения обрабатываемой поверхности от глубоких царапин зернами абразива (не снижая при этом интенсивность процесса доводки); предотвращения сливания абразивов и удаления продуктов брикетирования (спрессовывание стружки с абразивно-доводочной смесью) из зоны резания.

Смазочно-охлаждающие жидкости должны удовлетворять следующим основным требованиям:

быть стойкими к температурным изменениям (не разлагаться); не вызывать коррозии; не раздражать кожу человека.

К смазочно-охлаждающим жидкостям относятся: вода, водные растворы (мыла, соды, буры), эмульсии, машинное масло, керосин, авиационный бензин, газойль, свиное сало и др. Наиболее часто

применяются керосин, газойль, машинное масло, а для тонкой отделки — «Аромат».

При доводке закаленных сталей рекомендуется использовать в качестве смазочно-охлаждающей жидкости смесь касторового масла и дибутилфталата 1 : 1.

Контрольные вопросы

1. Что такое абразивы? Их характеристика.
2. Назовите основные составляющие абразивно-доводочной смеси.
3. Перечислите технологические материалы для доводочно-притирочных работ и требования к ним.
4. Какими способами получают абразивные микропорошки?
5. Какие природные материалы используются для приготовления абразивно-доводочной смеси?
6. Какие добавки применяются для приготовления абразивно-доводочной пасты, суспензий?
7. Какие Вы знаете абразивно-доводочные смеси и какие факторы определяют их выбор?
8. Какие смазочно-охлаждающие жидкости используют для доводочно-притирочных работ?

ГЛАВА III. ПРИТИРЫ ДЛЯ ДОВОДКИ МЕТАЛЛОВ

§ 18. Материалы притиров

Основным режущим инструментом, применяемым для доводочно-притирочных работ, является покрытый абразивно-доводочной смесью притир. Притиры изготовляют из различных металлов и неметаллических материалов, в том числе из твердых и вязких пород дерева.

К материалам, идущим для изготовления притиров, предъявляются следующие основные требования: они должны быть несколько мягче обрабатываемого материала, хорошо шаржироваться (шаржирование — насыщение частицами абразивного материала поверхности притиров), не должны иметь раковин, пузырей и иметь удовлетворительную износостойкость и невысокую стоимость.

Притиры, изготовленные из твердых материалов, плохо шаржируются, вызывая при этом раскалывание абразивных зерен, а в притирах из мягких материалов, например из алюминия, абразивные зерна глубоко входят (утопают) в материале притира, что снижает режущие свойства доводочного инструмента.

Наиболее распространенным в производственной практике материалом для изготовления притиров является серый чугун твердостью 200—100 НВ.

Микроструктура чугуна должна быть с перлитной основой, с равномерно распределенным графитом в виде тонких пластинок. Такой чугун в изломе имеет серый цвет и мелкозернистое строение без светлых включений.

В качестве материала для изготовления притиров используют также углеродистые стали марок 20 и 30, твердостью 150—200 НВ.

Износостойкость и прочность стальных притиров более высокие, а шаржируемость по сравнению с чугунными более низкая. Особенно рационально использование сталей для изготовления тонких и длинных притиров. С появлением высокопрочных абразивов, например алмазов, кубического нитрида бора, диапазон применения высокопрочных материалов для изготовления притиров расширился.

В качестве материалов для притиров используют также медь и медные сплавы, из неметаллических материалов — стекло, текстолит, стеклотекстолит. Стеклянные заготовки для притиров должны быть хорошо отожжены, не должны иметь пузырьков, раковин и трещин вблизи рабочей поверхности.

Следует заметить, что пластмассы, как материалы для притиров, находятся в стадии внедрения в производство.

Материал притира оказывает влияние как на производительность процесса, так и на качество обработанных поверхностей. Так, при доводке изделий из закаленной стали марки 45 притирами, изготовленными из различных материалов (шаржированными электрокорундовым микропорошком М14 с добавкой керосина и 2% олеиновой кислоты), при одних и тех же режимах обработки съем металла был различный: 2,9 мкм чугунным притиром твердостью 160 НВ; 2,0 мкм чугунным притиром 228 НВ.

Материал притира должен быть несколько мягче обрабатываемого материала, чтобы абразивные зерна удерживались в порах притира, не разрушаясь преждевременно, и не создавались условия шаржирования обрабатываемого изделия.

Для черновых и предварительных операций рекомендуется применять более мягкие материалы притиров, чем для чистовых.

Резьбовые притиры, у которых износ профиля резьбы велик, изготовляют из чугунов повышенной твердости. Плоские притиры, для которых особенно важно обеспечить равномерное распределение и удерживание зерен абразива, рекомендуется изготовлять из мягкого чугуна, например СЧ18-36.

Для тонкой доводки лучшим материалом для притира является стекло. Для плит-притиров, доводочных дисков рекомендуется применять чугуны СЧ18-36 и СЧ21-40, которые обеспечивают хорошее качество обработки и экономически выгодны.

§ 19. Классификация притиров

Устройство, форма и размеры притиров зависят от особенностей обрабатываемой поверхности и размеров обрабатываемой детали. По форме (табл. 8) притиры делят на следующие основные группы:

цилиндрические и конические, предназначенные для доводки внутренних поверхностей тел вращения;

плоские для доводки плоскостей и цилиндрических поверхностей методом обкатывания;

8. Упрощенная классификация притиров

Вид обрабатываемой поверхности	Разновидность обрабатываемой поверхности	Форма притиров
Ручная или полуавтоматическая доводка		
Наружные поверхности тел вращения и фасонные	Цилиндрические (детали типа «вал»)	Плита, кольцо, диск
	Конические	Плита, кольцо
	Поверхности резьб	Кольцо
Внутренние поверхности тел вращения и фасонные	Цилиндрические (сквозные и глухие отверстия)	Цилиндрический стержень
	Конические	Конический стержень
	Поверхности резьб	Резьбовой стержень
Плоские поверхности	Плоские (детали типа «плитка», «брусок»)	Плита
	Плоские (торцы неплоских деталей)	Диск
	Пересекающиеся плоские (уголки и другие профили)	Специальный плоский
Машинная доводка		
Наружные поверхности тел вращения	Цилиндрические (детали типа «вал» гладкие)	Диск
Внутренние поверхности тел вращения	Цилиндрические (сквозных отверстий)	Стержень
Плоские поверхности	Плоские (детали типа «плитка»)	Плитка
	Плоские (торцы неплоских деталей)	Диск

специальные и фасонные, предназначенные для доводки асимметричных и фасонных поверхностей.

По виду обработки притиры разделяются на черновые и чистовые. Черновые притиры предназначаются для предварительной, а чистовые — для окончательной обработки. Черновые притиры имеют канавки, выполняющие роль резервуаров для абразивно-доводочных смесей и отходов в процессе обработки, что оказывает положительное влияние на ход процесса доводки. Чистовые притиры, как правило, канавок не имеют.

§ 20. Выбор притира и требования к нему

Конструктивное выполнение притиров связано с геометрическими особенностями обрабатываемых поверхностей и теми требованиями, которые предъявляются к качеству обработки. Для обработ-

ки внутренних поверхностей (цилиндрических гладких, ступенчатых, фасонных) характерен стержень-притир (рис. 10, *а, б*).

Особенностью притиров для обработки наружных поверхностей тел вращения, плоскостей является разнообразие конструктивного

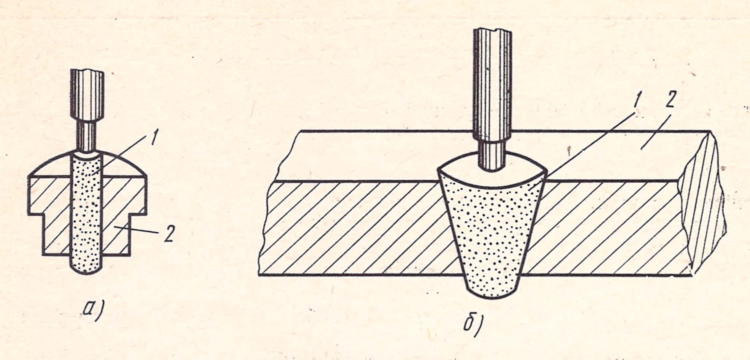


Рис. 10. Притиры для обработки отверстий:
а — цилиндрический, *б* — конический; *1* — притир, *2* — обрабатываемая деталь

оформления. При полумеханической и механической обработке на черновых и окончательных операциях характерными конструкциями являются диски-притиры (рис. 11, *а*) и плиты-притиры (рис. 11, *б*). Для снятия огранки и ручных доводочно-притирочных операций используют регулируемые или нерегулируемые кольца-притиры (рис. 11, *в*).

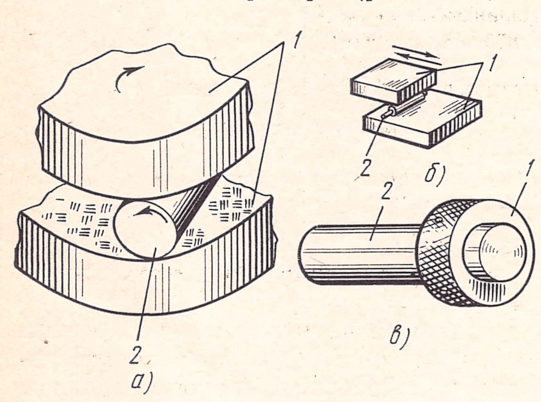


Рис. 11. Притиры для обработки наружных поверхностей тел вращения:
а — диски-притиры, *б* — плиты притиры, *в* — кольцо-притир; *1* — притир, *2* — обрабатываемая деталь

В условиях единичного изготовления деталей доводочно-притирочные работы осуществляются на плитах-притирах (рис. 12). Размер плиты-притира выбирается в зависимости от габаритов обрабатываемых деталей. Как известно, доводка является окончательной, финишной операцией, поэтому к основному инструменту — притиру предъявляются повышенные требования, основные из которых следующие:

геометрическая форма притира, предназначенного для доводки наружных и внутренних поверхностей тел вращения, должна точно соответствовать форме обрабатываемой поверхности. Допустимые

отклонения от геометрической формы при изготовлении притиров составляют несколько микрон или десятые доли микрона;

притиры, предназначенные для доводки плоскостей, в целях предотвращения их вибрации, должны иметь соответствующую толщину или ребра жесткости. Рабочая поверхность должна быть выполнена с высокой точностью. Допустимые отклонения от плоскостности, как правило, колеблются в пределах 0,0004—0,0001 мм.

Диаметры притиров для доводки наружных и внутренних поверхностей тел вращения должны обеспечивать некоторый зазор между притиром и обрабатываемой поверхностью. Например, при черновой доводке зазор между притиром и обрабатываемой поверхностью составляет от 0,4 до 0,1 мм, а при чистовой — от 0,1 до 0,05 мм.

Стержни-притиры, предназначенные для доводки отверстий, в большинстве своих конструкций имеют продольный разрез. Конусность внутренней поверхности практикуется делать 1 : 50, 1 : 30 и даже 1 : 20. Это дает возможность крепко удерживать стержень-притир на притиродержателе с минимальным искажением его формы.

При выборе притира особое внимание обращают на качество его поверхности. Забоины, задиры, завалы, раковины, выработки не допускаются.

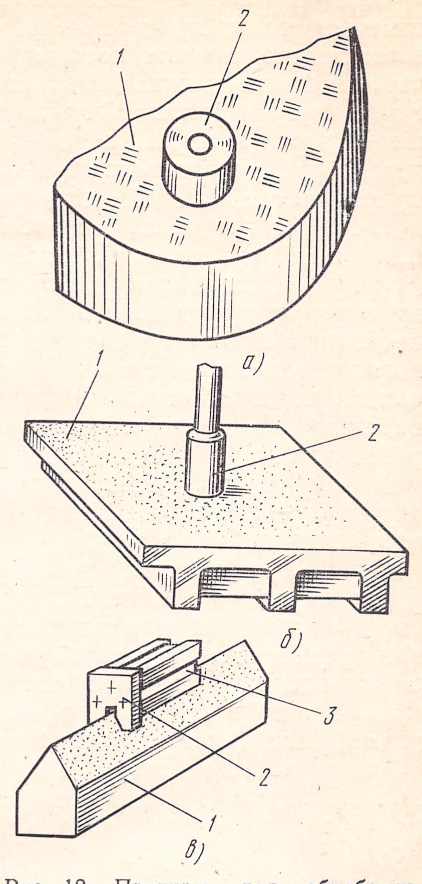


Рис. 12. Притиры для обработки **плоских поверхностей:**

а — диск-притир, *б* — плита-притир, *в* — угловой-притир; *1* — притир, *2* — обрабатываемая деталь, *3* — держатель притира

§ 21. Эксплуатация притиров

Притир является точным инструментом, к которому предъявляются очень жесткие требования. Допуски на износ или деформацию притира очень малы и составляют несколько микрон. Чем выше точность доводки, тем более жесткие требования предъявляются к инструменту. Стоимость притиров высокая, доводчик должен помнить об этом и правильно их эксплуатировать.

Основные правила эксплуатации притиров следующие:

устанавливая притиры на станок или на оправку, не следует применять большое усилие зажима. Это может вызвать деформацию притира, снизить его точность, вызвать трещины;

при выполнении доводочно-притирочных работ следует пользоваться только притирами, находящимися в хорошем техническом состоянии и точность которых проверена. Шероховатость рабочей части притира должна быть лишь на 1—2 класса ниже по сравнению с той, которая должна быть достигнута на данной операции. Нарушение этого правила ведет к браку в работе. При обработке деталей на универсальных и плоскодоводочных станках рекомендуется после каждой операции удалять отработанную абразивную смесь с притиров, что позволяет избавиться от отдельных глубоких царапин-рисок на обрабатываемой поверхности;

перед началом работы притиры следует очистить от смазки, протереть насухо ветошью или марлей, проверить их точность. При необходимости притиры правят, следует помнить, что при чистовой доводке более крупное, чем положено для этого вида обработки, абразивное зерно или любая инородная крупинка, попавшая на рабочую поверхность притира, может вызвать глубокие царапины и риски как на рабочей поверхности притира, так и на обрабатываемой поверхности. Поэтому не следует применять загрязненные абразивно-доводочные смеси и не допускать попадания в зону резания инородных тел;

на рабочих местах и в кладовых притиры должны содержаться в надлежащем порядке. Притиры-стержни и другие точные и мелкие притиры должны храниться в специальных футлярах или деревянных ящиках. Случайный удар может испортить притир. Во избежание повреждения рабочей поверхности притиры как на рабочих местах, так и в кладовых, не должны соприкасаться с другими притирами, инструментами или деталями;

после работы притиры должны быть очищены от абразивно-доводочных смесей, промыты и протерты насухо ветошью или марлей, проверены точность и смазаны бескислотным вазелином или маслом, зачехлены.

Контрольные вопросы

1. Каким основным требованиям должен удовлетворять материал, из которого изготовляются притиры?
2. Из каких материалов изготовляются притиры?
3. Как влияет материал притира на производительность доводки?
4. По каким признакам классифицируются притиры?
5. Как влияет форма притира, его точность, чистота обработки на качество доводки?
6. Расскажите о правилах эксплуатации притиров различного назначения.

ГЛАВА IV. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОЙ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ

§ 22. Физическая сущность процесса абразивной доводочно-притирочной обработки

Виды отделочных методов обработки приведены на рис. 13.

Процесс образования поверхности при абразивной доводочно-притирочной обработке протекает при сложных механических, химических и физических взаимодействиях.

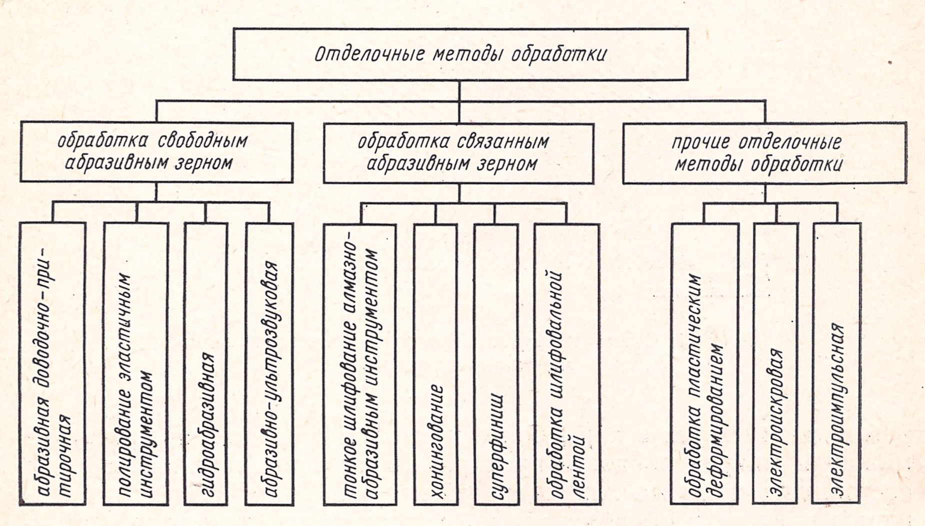


Рис. 13. Схематическое изображение разновидностей отделочных методов обработки

Хотя этот вид обработки рабочих поверхностей относится к холодной механической обработке, он сугубо специфичен. Физическая сущность этого процесса отличается от физической сущности процессов полирования эластичным инструментом, тем более шлифования, хонингования и суперфиниша.

При абразивной доводочно-притирочной обработке каждое абразивное зерно представляет собой резец. Зерно, обладающее высокой твердостью и имеющее острые кромки, срезает (царапает) тонкий слой материала с поверхностного слоя заготовки. Суммарное снятие слоя материала всеми зернами, участвующими в резании, и составляет процесс абразивной обработки (рис. 14). В зависимости от состава абразивно-доводочной смеси и в первую очередь физико-механических свойств твердых составляющих смеси различают механико-химический и химико-механический процессы доводки.

При механико-химическом процессе используются абразивно-доводочные смеси на основе твердых составляющих в виде абразивных зерен, твердость которых значительно выше твердости обрабатываемого материала. Если в состав абразивных смесей входят различные химикаты и активные добавки, твердые составляющие которых мягче обрабатываемого материала, то обработку относят к химико-механическому процессу.

Сущность механико-химического процесса заключается в следующем. Твердые составляющие смеси — абразивные зерна, находясь между обрабатываемой поверхностью и жестким прити-

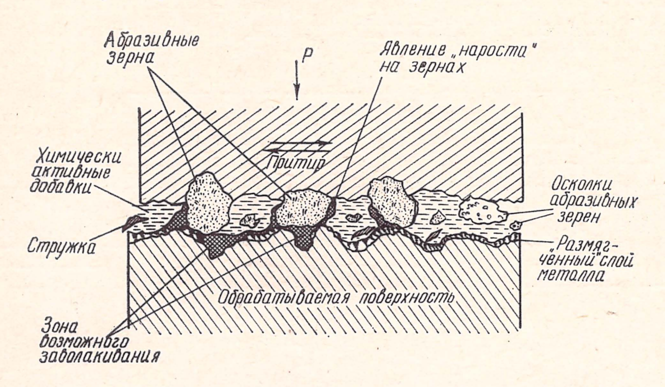


Рис. 14. Схема процесса абразивной доводочно-притирочной обработки

ром, вдавливаются в поры более мягкого материала, проникают в макро- и микронеровности притира или находятся во взвешенном состоянии в среде масляно-жировой пленки. При взаимном перемещении притира и обрабатываемой поверхности происходит резание — царапание. Главной особенностью процесса механико-химической доводки является то, что обрабатываемая поверхность испытывает одновременно основное механическое и дополнительное химическое воздействия, в результате которых происходит процесс резания. Основную роль в процессе съема материала выполняют абразивные зерна.

При химико-механическом процессе ведущая роль принадлежит химическим реакциям, происходящим на твердых поверхностях.

Сущность явлений, происходящих в процессе химико-механической доводки, заключается в последовательном снятии с поверхности материала тончайших окисных пленок, образующихся при взаимодействии кислорода, серы, иода, хлора и других активных веществ, входящих в состав абразивно-доводочных смесей с обрабатываемым материалом. Разрушаются окисные пленки очень легко, даже «мягким» абразивом. Вследствие разности скоростей движения обрабатывающего изделия и притира пленка, покрывающая обрабатываемую поверхность, срывается в более выступающих ме-

стах, обнажившаяся поверхность металла под влиянием химически активной среды мгновенно покрывается новой окисной пленкой, которая снова срывается твердыми составляющими смеси, в результате чего шероховатости поверхности в виде макро- и микронеровности постепенно сглаживаются.

При определенных условиях твердые составляющие абразивно-доводочной смеси не только соскабливают неровности, но и могут их раскатывать. Таким образом, во всех случаях в качестве важного фактора в этом процессе выступают химически активные добавки и смазки. Функции, которые они выполняют, чрезвычайно ответственны и многообразны. В процессе резания химически активные добавки и смазки оказывают **химическое и физико-химическое воздействие** на металл, способствуют более равномерному распределению абразивных зерен, а также уносу из зоны резания осколков абразива и стружки. Благодаря этому образуется пленка, удерживающая твердые составляющие на определенных расстояниях. С другой стороны, жидкости регулируют температурный режим всей системы притир — абразивное зерно — обрабатываемая поверхность.

Абразивная доводочно-притирочная обработка осуществляется при сложном движении, складывающемся из простых движений изделия и притира или сопрягаемых деталей. Количество движений, их направление, скорость задаются кинематикой станка. Наименьшее число движений равно трем. Основными движениями при обработке являются: быстрое вращательное или прямолинейное возвратно-поступательное, медленное вращательное или прямолинейное поступательное, возвратно-поступательное.

§ 23. Способы доводки

В зависимости от вида абразивно-доводочных смесей и того, как их наносят на притир, различают три способа абразивной доводочно-притирочной обработки металлов: доводка притирами при непрерывно подаваемой на рабочие поверхности притиров абразивной смеси, доводка притирами, покрытыми абразивной смесью (с намазкой), доводка шаржированными притирами.

Доводку притирами при непрерывно подаваемой в зону резания абразивной суспензии (смеси), так называемую доводку свободным абразивом (рис. 15), применяют при обработке деталей

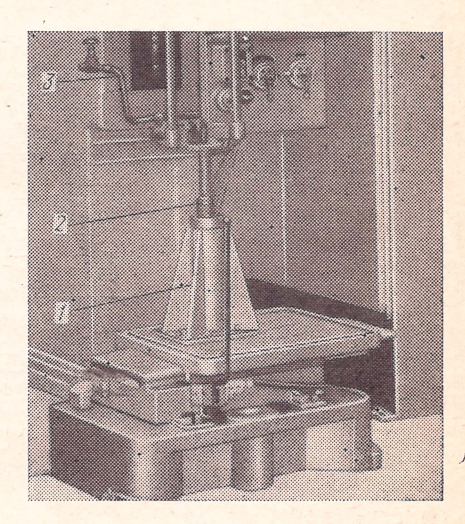


Рис. 15. Обработка притирами при непрерывно подаваемой абразивной суспензии:

1 — обрабатываемая деталь, *2* — притир, *3* — трубка для подачи суспензии

повышенной точности, изготовляемых из меди, алюминия и их сплавов, чугунов, углеродистых и легированных сталей, твердых сплавов, минералов.

Этот способ доводки находит широкое применение в серийном, крупносерийном и массовом производстве для черновых и предварительных доводочно-притирочных работ при изготовлении прецизионных деталей топливной аппаратуры, насосов, двигателей, подшипников, компрессоров, транзисторов и др. Способ обеспечивает высокую производительность, но достигаемая в среднем шероховатость обработанной поверхности — только 8-го класса. По этому

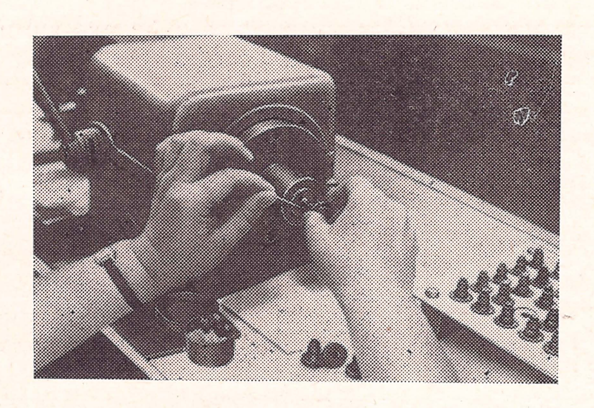


Рис. 16. Обработка при ручном нанесении абразивной пасты

способу осуществляется обработка на доводочных станках модели 3Б816, 3Д817, 3806Л, 3808 и др.

Самое широкое распространение в производственной практике нашел ручной способ подачи абразивно-доводочного материала — доводка намазанными притирами (рис. 16). Около 60—70% доводочно-притирочных работ, независимо от степени механизации, осуществляется намазкой жестких притиров абразивной пастой. Этот способ введения абразивно-доводочной смеси в зону резания широко применяется в инструментальных цехах, ремонтных предприятиях, а также в серийном и даже массовом производстве на предприятиях точного машиностроения и приборостроения при изготовлении самых разнообразных деталей, где требуется обеспечить точность 1-го класса и шероховатость обработанной поверхности — 9—11-го классов.

Шероховатость обработанной поверхности 13—14-го классов достигается доводкой шаржированными притирами (рис. 17), так как этот способ является непревзойденным по точности и достигаемому качеству обработки.

Шаржированные притиры широко используют как при производстве, так и при ремонте плоскопараллельных концевых

мер длины и других эталонов, клапанов топливной аппаратуры и т. д.

Кроме этих способов доводки применяют доводку шлифовальными кругами, брусками и дисками (рис. 18). Процесс обработки шлифовальными кругами, дисками или брусками ближе к шлифованию, чем к доводке, но так как эта операция в большинстве случаев является окончательной, то ее условно называют доводочной. Шлифовальные круги и диски используют при машинной обработке поршневых пальцев и колец, роликовых подшипников и других деталей. Абразивные бруски применяются для окончательной обработки цилиндров двигателей внутреннего сгорания, отверстий в деталях гидравлических насосов и др.

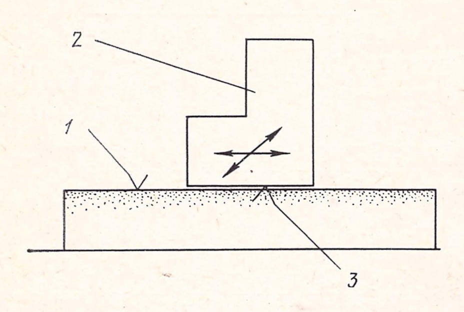


Рис. 17. Обработка шаржированными притирами:

1 — притир, *2* — деталь, *3* — обрабатываемая поверхность

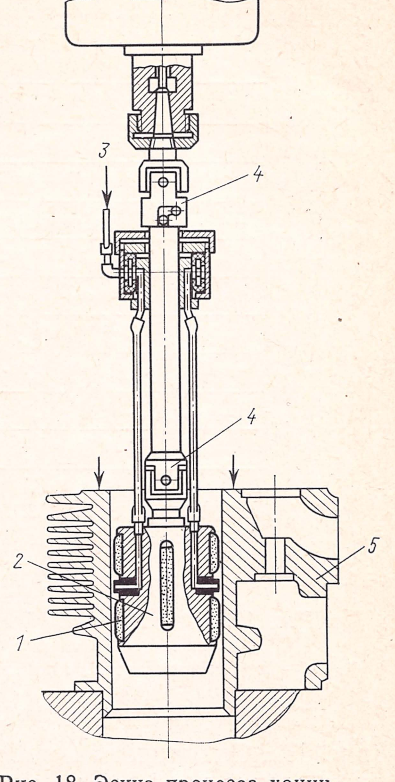


Рис. 18. Эскиз процесса хонингования:

1 — абразивный брусок, *2* — корпус головки хона, *3* — сольник с шарнирами *4* для подачи воздуха, *5* — деталь

§ 24. Основные факторы, влияющие на эффективность абразивной доводочно-притирочной обработки

Эффективность абразивной доводочно-притирочной обработки оценивается многими параметрами, главнейшими из которых являются производительность, степень улучшения качества поверхности, себестоимость, износостойкость обработанной поверхности в процессе эксплуатации изделия, износ притиров и инструментов и т. д.

Эффективность абразивной доводочно-притирочной обработки зависит от многих факторов, к которым в первую очередь относятся

физико-механические свойства обрабатываемого материала, свойства абразивно-доводочной смеси, смазки-разбавителя и их количество, одновременно подаваемое в зону резания, материал и форма притира, режимы обработки и др.

Свойства обрабатываемого материала. Физико-механические свойства оказывают существенное влияние на процесс доводки

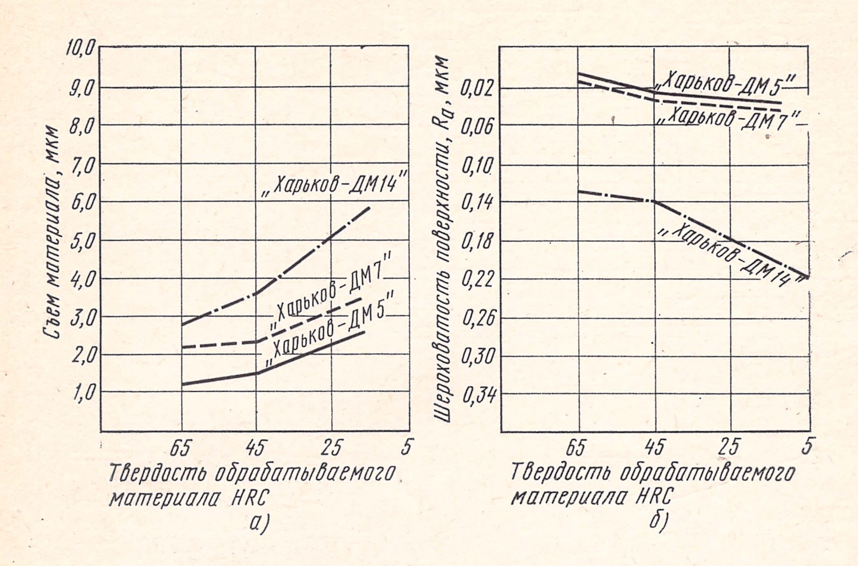


Рис. 19. Зависимость эффективности абразивной доводочно-притирочной обработки от твердости обрабатываемой детали:
а — производительность обработки, *б* — шероховатость обработанной поверхности

(рис. 19). С повышением твердости обрабатываемого материала сопротивление процессу резания возрастает, а следовательно, интенсивность процесса доводки снижается. Кроме твердости на производительность процесса доводки влияют химический состав и микроструктура материала обрабатываемых деталей. При обработке твердых сплавов производительность процесса доводки наиболее низкая.

Шероховатость поверхности, полученная доводкой, при прочих равных условиях соответствует для закаленных сталей 9—13-му классам, для цветных металлов 7—8-му классам и твердых сплавов только 6—7-му классам.

Состав абразивно-доводочных смесей. Как известно, абразивно-доводочные смеси приготовляются из абразивов естественного или искусственного происхождения, обладающих неодинаковыми свойствами. Одни из них под действием нагрузок разрушаются быстро, а другие медленно. Особенно сильно влияет природа абразива на процесс доводки при машинной обработке на станках с непрерывно подаваемой абразивной смесью. Объясняется это тем, что в про-

цессе доводки происходит дробление (разрушение) абразивных зерен, т. е. образуются более мелкие зерна, которые уносятся потоками жидкости из зоны резания. По расходу абразивно-доводочной смеси при этом методе доводки легко заметить влияние природы абразива на процесс доводки, хотя это влияние имеет место и при доводке другими методами.

Притиры, покрытые алмазными порошками или пастами, долговечнее, а процесс при этом протекает более интенсивно. Вместе с

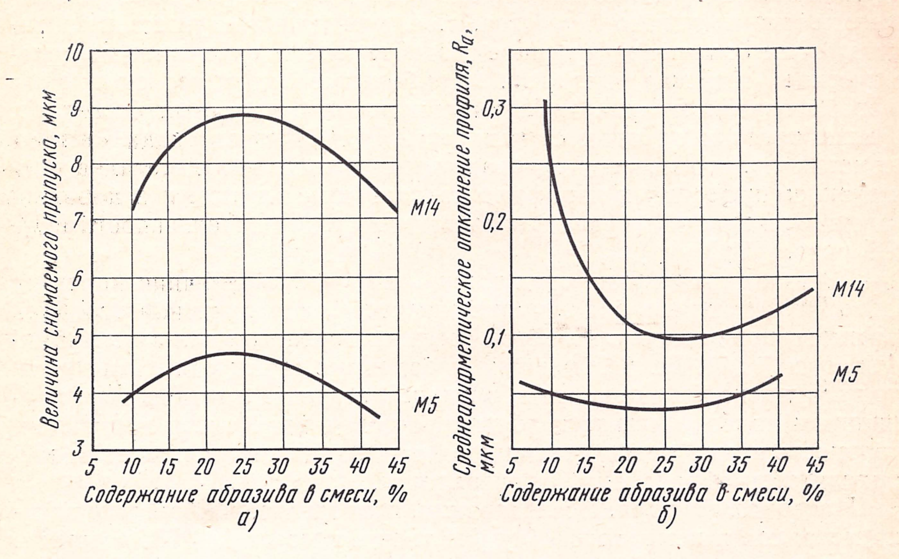


Рис. 20. Зависимость эффективности абразивно-доводочной обработки от концентрации микропорошка в абразивной смеси:

а — производительность обработки, *б* — шероховатость обработанной поверхности

тем не всегда применение абразивно-доводочных материалов высокой абразивной способности экономически оправдано. В каждом конкретном случае, определяя целесообразность применения того или иного абразива для доводки, исходят из целого ряда причин, главными из которых являются качество доводки и производительность. Заметное влияние оказывает количество микропорошка в абразивной смеси, т. е. концентрация (рис. 20). Например, для 14-микронной абразивной смеси микропорошка должно быть 25—35% по отношению к жидкой фазе.

Существенное влияние на процесс доводки оказывает зернистость абразивно-доводочных смесей. С увеличением размера абразивных зерен съем металла повышается, но класс шероховатости снижается. Например, при доводке стальных деталей с шероховатостью обработанной поверхности 9-го класса притирами с непрерывно подаваемой абразивной смесью производительность процесса обработки будет повышаться прямо пропорционально раз-

меру абразивных зерен до некоторого предела. Превышение этого предела влечет ухудшение качества обработки. Таким пределом для данного примера является микропорошок М28, а при доводке притирами с шаржированием — микропорошок М7.

Введение в зону резания поверхностно-активных добавок ускоряет процесс обработки. Установлено, что введение в минеральные масла, керосин таких добавок, как олеиновая или стеариновая кислота, канифоль, положительно сказывается на процессе доводки. Чем выше содержание CH_2 (метиленовая группа) в молекуле поверхностно-активного вещества, т. е. чем длиннее углеродная цепочка, тем большее химическое воздействие она оказывает на механические свойства металла. Наибольшее влияние оказывают поверхностно-активные добавки при доводке цветных металлов. Величина этих добавок составляет 2,5%. Опыт завода «Калибр» показывает, что переход с доводки твердосплавных деталей с применением керосина и парафина на доводку с маслом и добавками олеиновой кислоты ведет к повышению производительности в 1,5—2,5 раза.

Вязкость жидких сред также оказывает влияние на процесс доводки. Например, при доводке плоскостей абразивной прослойкой оптимальной вязкости является смесь касторового масла и дибутилфталата (1 : 1). Если абразивно-доводочные смеси слишком густы, то затруднено перемещение абразивных зерен на притире. При правильном подборе вязкости абразивно-доводочной смеси производительность труда резко повышается при заметном уменьшении шероховатости обработанной поверхности.

Материал притира. Исследования, проводимые на большой группе металлов и неметаллов (чугуне твердостью от 160НВ и выше, сталях, цветных металлах, пластмассах, зеркальном стекле), показали, что в пределах одной группы металлов понижение твердости притиров приводит к повышению производительности лишь при доводке микропорошками от М1 до М28; при более крупнозернистых абразивах этого не наблюдается. По опытным данным заводов топливной аппаратуры в целом производительность доводки при работе стальными притирами несколько выше, чем при доводке чугунами, но класс шероховатости обработанной поверхности для стальных притиров ниже. В литературе имеются данные, что производительность при работе притирами из цветных металлов с применением абразивов зернистостью до М20 такая же, как и при работе притирами из чугуна, и несколько выше с применением более крупнозернистых абразивов.

Текстолитовые и оргстеклянные притиры уступают как по производительности, так и по качеству обработки притирам, изготовленным из других материалов. Притиры, изготовленные из стали и зеркального стекла, лучше других сохраняют свою форму, а притиры из чугуна дают высокое качество обработки.

Режим обработки. К показателям режима доводки относятся давление притира на абразивные зерна, скорость относительного перемещения и продолжительность обработки.

Давление притира на зерна абразивно-доводочного материала является одним из основных факторов, влияющих на производительность процесса доводки и качество обработанной поверхности.

С увеличением давления интенсивность процесса доводки повышается до некоторых пределов, а при дальнейшем увеличении давления снижается не только производительность доводки, но и уменьшается класс шероховатости обработанной поверхности. Это объясняется тем, что при оптимальном давлении притира на зерна происходит равномерное скалывание абразивов, т. е. происходит как бы самозатачивание зерен, в результате чего осуществляется более интенсивное и равномерное сглаживание микронеровностей. При повышении оптимального давления притира зерна начинают интенсивно изнашиваться и разрушаться, постепенно утрачивая свою работоспособность. С одной стороны, при этом увеличивается сброс абразивов, уносимых из зоны резания химически активными веществами, что снижает интенсивность процесса доводки, с другой стороны — наличие в зоне резания абразивных зерен разной крупности ухудшает качество обработки, так как появляются неодинаковой глубины риски.

Итак, выбору оптимальных давлений притира, как и других элементов режима обработки, следует уделять большое внимание. Они должны назначаться в зависимости от требуемого качества обработки, твердости материала и размеров обрабатываемой детали, а также с учетом обеспечения максимальной производительности. Некоторые данные по режимам доводки приведены ниже при рассмотрении технологии и обработки различных видов поверхностей.

Скорость относительного движения в процессе доводки. Как известно, чем быстрее будет перемещаться режущий инструмент по отношению к обрабатываемой детали, тем быстрее она будет обработана. Однако слишком высокие скорости имеют свои отрицательные стороны: во-первых, снижается стойкость режущего инструмента, во-вторых, происходит более интенсивное выделение тепла, что ухудшает качество обработки, а в некоторых случаях приводит к браку. Кроме того, в процессе доводки на универсальных доводочных станках вследствие больших окружных скоростей (до 300 м/мин) в более отдаленных точках дисков-притиров скапливаются крупные абразивные зерна, что является одной из причин, вызывающих нарушение правильной формы обрабатываемых деталей.

Продолжительность обработки. Время, необходимое для выполнения доводки, также влияет на качество и производительность обработки. Оптимальная продолжительность доводки устанавливается пока только опытным путем. Увеличением времени машинной обработки без внесения в зону доводки новых абразивно-доводочных материалов невозможно достигнуть повышения качества обработки. Это, как указывалось выше, связано с разрушением и образованием разных по размеру абразивных зерен,

вследствие чего появляются глубокие риски. Например, при доводке плунжера на универсальном доводочном станке в течение 4 мин достигался 9-й класс шероховатости поверхности, если же при этих условиях увеличивали время машинной обработки до 5 мин, то получался 8-й класс.

Другие факторы в меньшей мере оказывают влияние на процесс доводки.

Контрольные вопросы

1. В чем состоит сущность абразивной доводочно-притирочной обработки?
2. Какое основное отличие доводки от других методов механической обработки?
3. Какие разновидности абразивной доводочно-притирочной обработки Вы знаете?
4. Перечислите технологические факторы, оказывающие существенное влияние на эффективность доводки свободным зерном.
5. Что понимают под эффективностью процесса абразивной доводочно-притирочной обработки?
6. Как влияют концентрации, зернистость, вязкость состава на эффективность обработки?
7. Что понимают под режимом абразивной доводочно-притирочной обработки?

ГЛАВА V. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНЫХ РАБОТ

§ 25. Разновидности оборудования для доводочно-притирочных работ

Для выполнения доводочно-притирочных работ используются станки, приспособления, моечные машины и ванны, приборы и устройства, с помощью которых проверяется качество обработки и состояние рабочих органов доводочных станков и притиров, и др.

Режущим инструментом у доводочных и притирочных станков является жесткий притир, покрытый абразивно-доводочной смесью. По сложности и конструктивным признакам доводочные станки разделены на простые (узкого назначения) и сложные (широкого назначения).

К станкам узкого назначения (их называют средствами малой механизации) относят приводные бабки, доводочные станки для притирки клапанов, запорной арматуры и т. д.

Станки узкого назначения используются, как правило, для полумеханической обработки; они имеют простую кинематику и не оборудованы приборами и автоматическими устройствами. Наладка их несложная, но работа на них требует больших затрат физической силы и большого навыка. Применяют эти станки в основном в единичном и мелкосерийном производствах, а также в условиях, где по технологическим особенностям невозможно применение универсальных станков. Эти станки, как правило, изготовляются силами самих машиностроительных заводов.

К станкам широкого назначения относятся доводочные станки, имеющие сложную кинематику, гидравлику и автоматику. Для наладки этих станков необходимы высококвалифицированные наладчики, но работать на них могут доводчики более низкой квалификации. Процесс доводки полностью механизирован, а на некоторых станках автоматизирован полностью или частично.

К доводочным станкам широкого назначения относятся станки 3А814, 3Б814, 3Е814, 3Б816, 3814ПС, 3Д817.

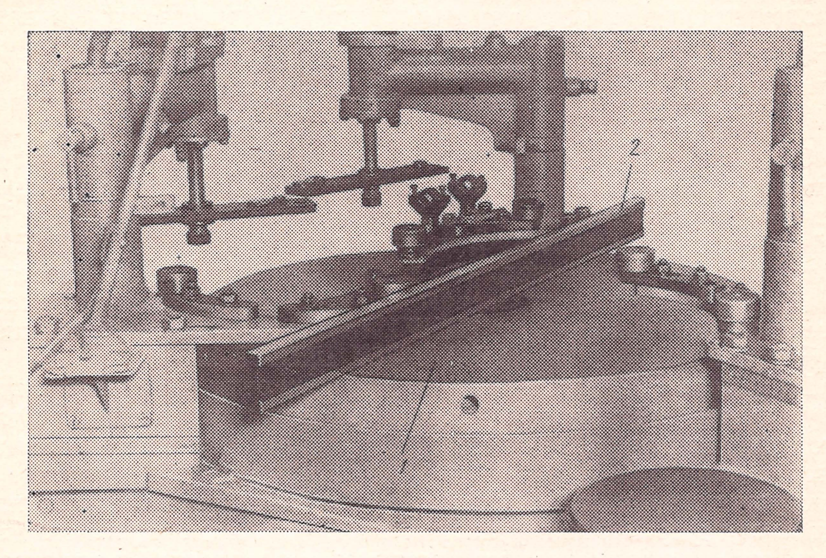


Рис. 21. Лекальная линейка для проверки точности притира «на просвет»:
1 — диск-притир станка, *2* — линейка

Выполняя доводочно-притирочные работы, доводчику-притирщику приходится прибегать к удалению с обрабатываемой поверхности остатков абразивно-доводочной смеси. Для этой цели служат обычные моечные или ультразвуковые ванны, в которых имеются смесерастворимые жидкости или растворы.

Обширны и разнообразны приборы и устройства для контроля качества изделий и рабочих органов станков; их можно объединить в следующие группы: 1 — измерительные средства для контроля размеров, формы; 2 — для оценки шероховатости и состояния обработанной поверхности и 3 — для контроля рабочих органов и инструментов доводочных и притирочных станков (рис. 21).

§ 26. Классификация доводочных и притирочных станков

В СССР принята единая система условных обозначений станков, основанная на присвоении каждой модели станка шифра. В соответствии с общепринятой системой обозначения, доводочные и прити-

рочные станки входят в третью группу восьмого и частично девятого типа металлорежущих станков. Обозначения моделей этих станков, выпускаемых серийно в нашей стране, обычно начинается с цифр 38 или 39, например 3806, 3816, 3813, 3807. Буква, следующая за цифрой 3, указывает на модернизацию этих станков (3Д817, 3А814, 3Б814, 3Е814 и др.); буква, стоящая после всех цифр, указывает на новый вариант (модификацию) базовой модели этого станка, например 3Б816И, 3806Л, 3813Б, 3814Б и т. д. Вместе с тем в производственной практике встречаются доводочные станки, обозначение которых произведено с отклонением от общепринятого порядка. Так, некоторые внутридоводочные станки Одесского завода им. Кирова имеют обозначение ОФ-26А, ОФ-61А, а плоскодоводочный станок — СППД-2.

Опытные и экспериментальные доводочные станки имеют еще большее разнообразие обозначений, например станки Пермского политехнического института обозначаются: ИПД-6, ВДП-4М, а Челябинского политехнического института — ЧПИ 63/37, ЧПИ 65/36. Полуавтоматы, разработанные в НИИ часовой промышленности — ПР379, ПР431, а в Центральном научно-исследовательском институте топливной аппаратуры (ЦНИИТА) обозначаются буквами и цифрами: ЦНИТА-8170, ЦНИТА-8180, ЦНИТА-255010 и т. д.

Доводочные и притирочные станки по своему назначению, конструктивному оформлению, технологическому применению составляют одну из разнообразнейших подгрупп, так как на этих станках доводят наружные и внутренние круглые, некруглые, плоские и фасонные поверхности. В зависимости от характера главного движения, от распределения функций главного и вспомогательного движений, от вида применяемого инструмента доводочные и притирочные станки подразделяются на четыре группы:

1. Универсальные доводочные станки для обработки наружных поверхностей тел вращения (методом обкатывания) и плоскостей (методом радиальных подач), имеющие быстрое вращательное движение дисков-притиров и замедленное возвратно-поступательное движение притиров или сепараторов. Наиболее характерными этой группы станков являются станки моделей 3Б816И, 3Б816, 3817, 3813Б, 3814Б и др.

2. Внутридоводочные одношпиндельные и многошпиндельные станки на базе станков ОФ-26А, ОФ-61А и с горизонтальным расположением стержней-притиров. Новыми моделями этой группы являются станки 3820Д, 3821Д, полуавтомат ЦНИТА-8170 и др.

3. Плоскодоводочные и станки для обработки плоских взаимно параллельных поверхностей. К таким станкам относится модель 5, разработанная Московским инструментальным заводом «Калибр» (этот станок имеет возвратно-поступательное прямолинейное продольное и некоторое поперечное перемещение лентосепараторов), а также плоскодоводочные станки Каунасского завода шлифовальных станков «Нерис» моделей 3803, 3806Л, 3807, 3808 и др.

4. Специальные доводочные станки для обработки сферических поверхностей, зубчатых колес ВШ-Д3, ВШ-Д35, ВШ-314 и др.

Внутри каждой группы доводочные станки разделяются на подгруппы и типы в соответствии с конструкцией, технологическими особенностями, назначением, степенью специализации, автоматизации и т. д. Станки подразделяются на типы по различным признакам, основными из которых являются:

технологическое назначение — для доводки цилиндрических наружных поверхностей, одной плоскости, плоскопараллельных пластин, отверстий — круглых сквозных, глухих и т. д.;

расположение главных рабочих органов в пространстве — с горизонтальным и вертикальным расположением оси вращения притира;

количество главных рабочих органов станка — одношпиндельные, многошпиндельные, однокассетные, многокассетные;

по степени автоматизации — приводные бабки, обычные станки, полуавтоматы и автоматы;

по конструктивным особенностям — одностоечный, многостоечный, с гидравлическим прижимом деталей, с электромагнитным прижимом деталей и т. д.

Кроме того, доводочные и притирочные станки подразделяются по массе и размерам — малые, обычные, крупные и тяжелые; по точности — станки нормальной, повышенной точности и высокоточные (прецизионные).

§ 27. Общие понятия об основных узлах и приводах станков

Для передачи движения рабочим органам станков используют разнообразные механизмы, в число которых входят ременные, зубчатые передачи, винтовые и реечные пары.

Совокупность механизмов, передающих движение от двигателя к рабочему органу станка, называют *приводом*. В станках различают приводы главного и вспомогательного движений.

По способу передачи движений от двигателя к рабочему органу станка приводы делятся на два типа: индивидуальный и групповой. В основном современные доводочные станки имеют индивидуальный привод, при котором станок приводится в движение от собственного электродвигателя. Электродвигатель обычно располагается на задней стенке станины вверху или внизу (например, у станка ОФ-26А) или внутри тумбы (например, у станков 3Е814, 3Б814, 3804). Последний способ очень удобен, так как электродвигатель не занимает дополнительной площади в цехе, не мешает рабочему и, кроме того, привод защищен от пыли, грязи и отходов абразивно-доводочных материалов.

В станках с индивидуальным приводом используется один или несколько электродвигателей. Доводочные бабки, как правило, имеют один электродвигатель, расположенный в передней бабке или же в нижней части станины.

Некоторые станки для обработки стекла, например ШП-12, приспособленные также для доводки металлических деталей, имеют групповой привод: каждый шпиндель станка получает движение от общего электродвигателя.

Доводочные станки широкого назначения имеют по нескольку отдельных самостоятельных электродвигателей, приводящих в движение какое-то одно звено. Например, станок 3Б816, предназначенный для доводки цилиндрических и плоских поверхностей, имеет приводы верхнего и нижнего шпинделей, механизма для правки и гидравлического насоса. Таким образом, один станок имеет четыре отдельных электродвигателя соответственно мощностью 2,4; 4,5; 0,27; 1,0 кВт.

Совокупность приводных механизмов, служащих для осуществления рабочих и вспомогательных движений, составляет кинематику станка. Графическое изображение кинематики, в которой используются условные обозначения передач и механизмов, называют кинематической схемой.

Для осуществления экономически выгодной обработки деталей на доводочных станках необходимо регулировать скорости резания. Обычно скорости главного движения регулируются изменением частоты вращения выходного вала механизма при постоянной частоте вращения электродвигателя. Механизмы, включенные в цепь передачи и позволяющие регулировать изменение скорости главных движений, называются коробками скоростей.

В доводочных универсальных станках коробки скоростей состоят из отдельных групп зубчатых колес или так называемых блоков. Сочетание различных блоков позволяет получать различные скорости. На станках узкого назначения (доводочных бабках) вместо коробок скоростей используются сменные зубчатые колеса или ременные передачи со шкивами разных диаметров, позволяющими изменять скорость вращения шпинделя.

Изменение скорости вспомогательных движений на доводочных станках осуществляется при помощи червячных, реечных и других механизмов.

Возвратно-поступательное движение инструмента или получение необходимого нагрузочного усилия осуществляется через гидравлическую систему. Она состоит из насоса для подачи жидкости в систему; контрольно-регулирующих устройств (клапаны, регуляторы, дроссели) для контроля давления и количества подаваемого масла в гидравлическую систему; распределительных устройств (золотники), управляющих работой системы; механизмов переключения рабочих органов станка (гидроцилиндры, гидронасосы). В качестве рабочей жидкости в гидравлических приводах применяют минеральные масла разных марок. Хорошим маслом является веретенное.

Приборы управления станков позволяют изменять режим работы как отдельных узлов, так и станка в целом. Органами управления станком являются механические, электрические, гидравлические устройства и приборы.

§ 28. Уход за станком

Чистка станка. Ежедневно по окончании смены все рабочие части станка должны быть очищены от остатков абразивно-доводочных материалов, грязи, насухо протерты ветошью и смазаны тонким слоем машинного масла. Коническое отверстие шпинделя доводочных бабок и вертикально-доводочных станков нужно тщательно очищать от грязи. Эти отверстия не должны иметь забоин и других повреждений. От исправности шпинделя зависит надежная работа станка.

Смазка станка. Важнейшим правилом ухода за станком является своевременная смазка всех его трущихся поверхностей. Для того чтобы правильно выполнить смазку станка, необходимо знать его кинематику.

Трущиеся части станка смазывают машинным маслом Л в основном методом разбрызгивания. Для этого в корпус коробки скоростей заливают такое количество масла, чтобы низко расположенное зубчатое колесо могло его разбрызгивать. Таким образом смазывают зубчатые колеса и подшипники. Масло следует менять через 1—1,5 месяца.

После спуска масла фильтры промывают в бензине или керосине. Перед заливкой в коробку скоростей свежее масло профильтровывают через сетку.

Ежедневная смазка трущихся частей станка осуществляется заливкой масла через специальные масленки. Наружные рабочие поверхности, например направляющие, смазывают техническим вазелином.

Один раз в смену перед началом работы доводчик смазывает машинным маслом из ручной масленки направляющие станины, главный упорный подшипник, шлицевой вал, тягу управления. Для равномерного распределения смазки необходимо провернуть вращающиеся механизмы станка.

Уход за приводными ремнями и предохранительными приспособлениями. Для обеспечения нормальной работы станка необходимо постоянно следить за тем, чтобы на приводные ремни не попадали смазочные и абразивно-доводочные материалы, так как засаленный ремень начинает проскальзывать по шкиву, плохо передает движение и быстро срабатывает. Натяжение ремня не должно быть слишком тугим или слабым; в первом случае будет быстро изнашиваться подшипник, а во втором — ремень будет проскальзывать.

Особое внимание должно быть уделено правильности установки ограждений и предохранительных приспособлений у движущихся частей станка. Их всегда следует содержать в исправности и не снимать во время работы.

Как в период подготовки рабочего места к работе, так и в процессе работы доводчик должен оберегать от повреждений электроприборы и изоляцию проводов, следить за исправностью контактов электроприборов, не допускать попадания влаги на них.

§ 29. Понятие о проверке доводочных станков на точность

В процессе работы доводочные станки изнашиваются; чтобы выявить пригодность станков к дальнейшей работе, их проверяют. Проверке подвергают электро- и гидрооборудование, системы смазки и подачи абразивно-доводочных смесей, геометрическую точность рабочих частей и жесткость станка, а также точность обработки.

При проверке станка на точность пользуются индикаторами, контрольными и лекальными линейками, оправками, угольниками, рамными уровнями и другими инструментами.

Проверку осуществляют на холостом ходу и под нагрузкой. При проверке на холостом ходу проверяют плоскостность плит и дисков-притиров, плоскостность стола, торцовое биение дисков-притиров, радиальное и осевое биение шпинделя, перпендикулярность оси шпинделя и плоскости стола по всей длине и др.

В табл. 9, 10 и 11 приведено содержание проверки на точность некоторых доводочных станков.

§ 30. Паспорт доводочного станка

Для рационального использования станка необходимо знать его основные данные. С этой целью на каждый станок составляется паспорт, содержащий полную и точную характеристику станка. В паспорте указываются тип, модель, назначение станка, завод-изготовитель, технологические параметры, приспособления и принадлежности станка. В основные данные входят размеры обрабатываемых деталей, скорости возвратно-поступательного и вращательного движений и число скоростей.

В паспорте приведены также кинематическая, электрическая и гидравлическая схемы, данные, относящиеся к механизму главного движения, положение рукояток и соответствующая им частота вращения шпинделя или притирочного диска. В паспорте указываются типы и мощность электродвигателей, характеристика ремней, подшипников и предохранительных устройств. В паспорте имеется общий вид станка.

Сведения об изменениях в конструкции станка в связи с модернизацией вносятся в паспорт, например замена плоскоременной передачи клиноременной, улучшение смазки подшипников, автоматизация нагрузочного механизма и др.

§ 31. Универсальные доводочные станки

Доводочные станки для обработки наружных поверхностей тел вращения, на которых можно осуществлять также доводку плоских поверхностей, называют универсальными доводочными станками. Основными режущими инструментами, используемыми при работе на этих станках, являются диски-притиры, покрытые абразивно-

9. Проверка вертикального внутридоводочного станка 3820Д на точность

Что проверяется	Эскиз	Способ проверки	Отклонение
Перпендикулярность направляющих колонок к рабочим плоскостям	Положение индикатора со стойкой	На рабочей поверхности стола в горизонтальной плоскости к колонкам прикладывают рамный уровень с ценой деления 0,05 мм на 1000 мм. По его показаниям проверяют перпендикулярность направляющих колонок к рабочим плоскостям	0,05 на 1000 мм
Радиальное биение конических отверстий	Положение индикатора 1-е 2-е	На рабочей поверхности стола устанавливают индикатор так, чтобы штифт касался поверхности цилиндрической оправки, вставленной в шпиндель. По индикатору, выставленному на ноль, поворачивая вокруг оси шпиндель, определяют радиальное биение коничеокого отверстия	0,03 на длине 300 мм от начала шпинделя
Соосность головки шпинделя и отверстия шпинделя приспособления	Положение индикатора (среднее)	В шпиндель устанавливают оправку с индикатором. Измерительный штифт индикатора касается боковой поверхности шпинделя приспособления. По показаниям индикатора определяют соосность	0,03
Перпендикулярность оси шпинделя к плоскости стола по всей длине перемещения	Положение индикатора со стойкой	На рабочей поверхности стола устанавливают индикатор так, чтобы его измерительный штифт касался поверхности цилиндрической головки, вставленной в шпиндель. Перемещая головку по направляющим колонкам, по индикатору определяют отклонение. Замеры производят в двух взаимно перпендикулярных плоскостях	0,03 на 300 мм

10. Проверка универсального доводочного станка 3Б814 на точность

Что проверяется	Эскиз	Способ проверки	Допускаемое отклонение, мм
Торцовое биение рабочей поверхности доводочного диска		На рабочую часть диска-притира устанавливают индикатор, закрепленный в специальном приспособлении. Провертыванием диска-притира определяют торцовое биение	0,009
Плоскостность рабочей поверхности доводочного диска		На рабочую поверхность диска-притира устанавливают специальную линейку ЛИП-3. По показаниям датчика при перемещении ощупывающего устройства судят о плоскостности	0,002
Торцовое биение фланца чашки под нижним доводочным диском		После снятия диска-притира проверяют аналогично первой проверке	0,01
Шероховатость рабочей плоскости доводочного диска		Методом визуального сравнения с эталоном класса шероховатости	Не ниже 11-го класса

11. Проверка доводочного станка 3Б814 на точность в работе

Образцы для проверки	Что проверяется	Допускаемое отклонение, мм
Плоские детали, диски ∅ 100×20 мм или прямоугольные пластины 80×60×20 мм	Параллельность торцов	0,00025
	Плоскостность торцовых поверхностей	0,0025
	Шероховатость	Не ниже Rz 0,25 мкм
Цилиндрические стальные детали ∅50×80 мм	Овальность	0,003
	Конусность	0,004
	Шероховатость	Rz 0,25 мкм
Цилиндрические стальные детали ∅ 50×40 мм	Овальность	0,0015
	Конусность	0,0025
	Шероховатость	Не ниже Rz 0,25 мкм

доводочными смесями или абразивные диски. Станки для доводки наружных цилиндрических поверхностей снабжаются специальными приспособлениями — сепараторами — для укладки обрабатываемых деталей. Процесс доводки наружных поверхностей тел вращения на данных станках осуществляют по методу обкатывания, т. е. обрабатываемые детали, помещенные в гнезда сепаратора, находящегося между двумя притирами, обкатываются.

Основными движениями станков для доводки наружных поверхностей являются:

главное вращательное одного или двух дисков в одном или в разных направлениях, но с разной частотой вращения;

вспомогательное (податочное), напоминающее возвратно-поступательное;

вспомогательное вращательное сепаратора.

Широко применяются станки для доводки наружных цилиндрических и плоских поверхностей с одним или двумя подвижными вращающимися дисками. Характерными представителями этой группы станков являются станки 3Б814 и 3Д817, технические данные которых приведены в табл. 12.

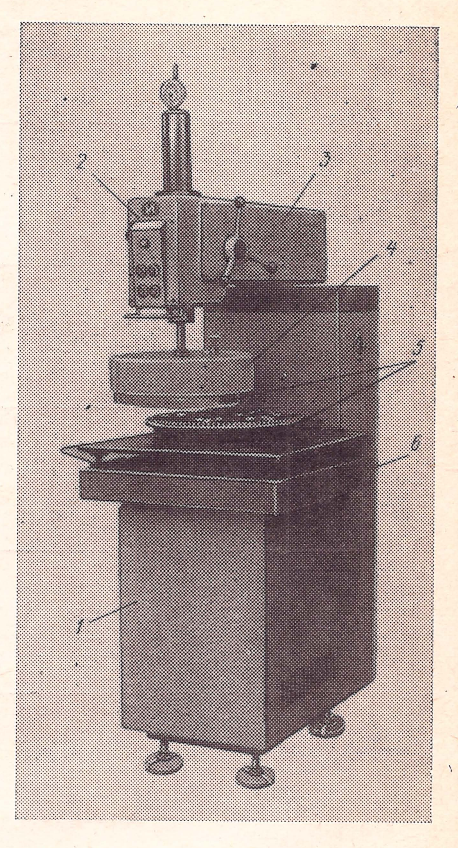


Рис. 22. Универсальный вертикально-доводочный станок 3Б814

У н и в е р с а л ь н ы й   в е р т и к а л ь н о - д о в о д о ч н ы й   с т а н о к 3Б814 имеет упрощенную конструкцию, служит для обработки наружных цилиндрических и плоских поверхностей; техническая характеристика его приведена в табл. 12. Обработка деталей на станке осуществляется дисками-притирами, покрытыми абразивно-доводочными смесями. Обрабатываемые детали укладываются в гнезда сепаратора. В процессе обработки верхний диск-притир давит на обрабатываемые детали, нижний диск-притир и сепаратор совершают вращательное движение с небольшой разницей в скорости. При необходимости сепаратор можно тормозить и создавать движение качания. Абразивно-доводочные смеси и смазки наносятся вручную. Это требует от доводчика-притирщика умения, осторожности и внимательности. Продолжительность обработки на станке может контролироваться реле времени. Подъем и

12. Основные технические данные универсальных доводочных станков

Техническая характеристика	Модели					
	3А814	3Б814	3813	3Б816	3Д817	3814ПС
Размеры доводочных дисков-притиров, мм:						
наружного	405—520	450	280	700	1060	450
внутреннего	205	220	160	420	305	222
Толщина дисков-притиров (ширина колец), мм	—	75	40	83—45	120	65
Наибольший ход верхнего притира, мм	160	150	—	250	210	—
Максимальный размер обрабатываемых деталей, мм:						
круглого сечения	15	50	20	95	380	50
длина (высота)	100	115	60	160	120	115
Давление притира на поверхность обрабатываемой детали, кгс/см²	—	—	—	0,1—0,2	—	—
Количество скоростей	2	2	2	4	2	4
Частота вращения дисков-притиров, об/мин:						
верхнего	Неподвижен	—	—	26 (33) 52 (66) 45 (55) 88 (108)	22,44	41 (51) 53 (65) 82 (100) 105(130)
нижнего	39,60	41,5; 81	71, 141	30,50 59,99	20,40	45, 58, 90 115
Принцип прижима детали	Механический ручной	—	Гидравлический	Гидравлический непрерывный	Гидравлический непрерывный	—
Подача абразивно-доводочной смеси в зону резания	Ручная	Ручная и дозированная	Ручная	Дозированная или непрерывная	Дозированная или непрерывная	—
Габаритные размеры станка, мм:						
длина	1015	1100	700	1865	2800	1710
ширина	1340	1080	450	1812	3000	1200
высота	1660	2100	1060	2025	2800	2035
Масса, кг	600	1100	210	4270	7000	2500

опускание верхнего диска-притира осуществляется вручную и автоматом.

Универсальный вертикально-доводочный двухдисковый станок 3Б814 (рис. 22) имеет следующие основные части: станину *1*, кронштейн *2*, нагрузочные устройства *4*, нижние диски-притиры *5*. Станина имеет жесткую коробчатую форму.

Внутри станины помещается коробка скоростей, приборы автоматики, электрооборудование. Для доступа к приборам станка в

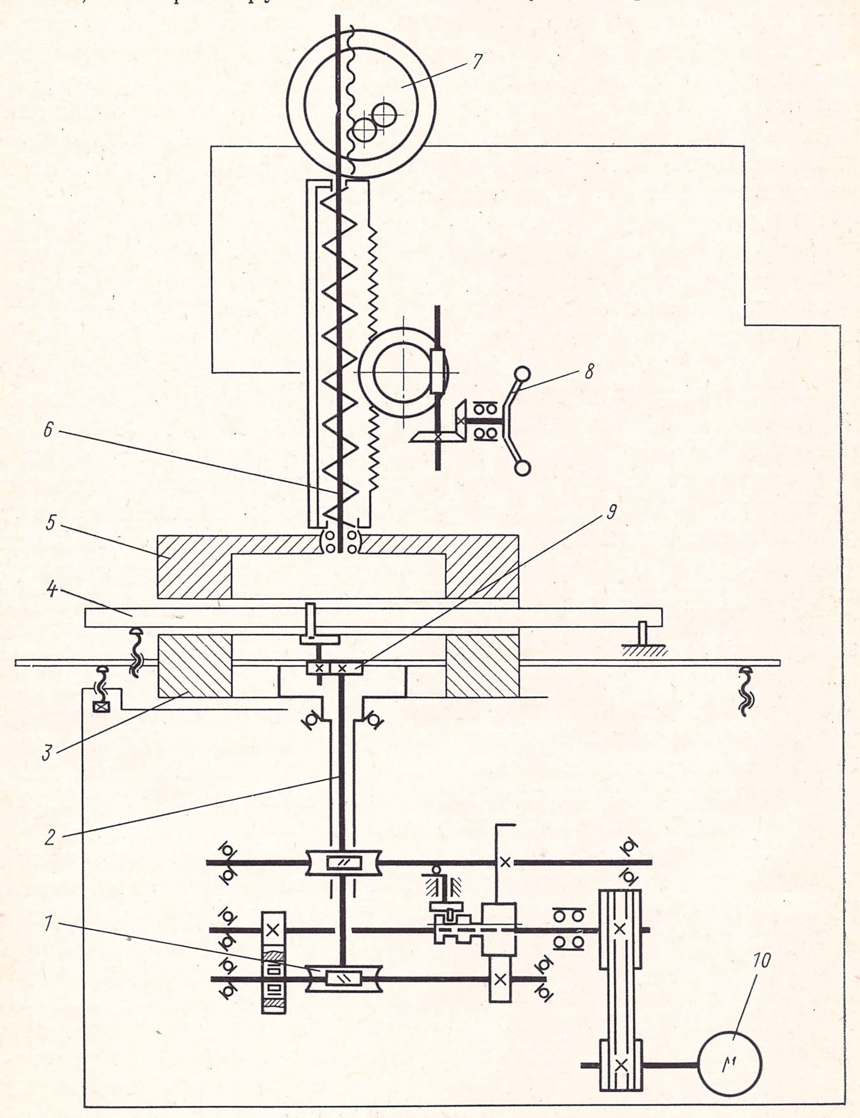


Рис. 23. Кинематическая схема универсального вертикально-доводочного станка 3Б814

станине имеются дверцы. Нижняя часть станины имеет отверстия под болты для крепления станка к фундаменту. На верхней части станины помещается круглое корыто *6*, предохраняющее от разбрызгивания абразивно-доводочных материалов при работе станка. На верхней части станины имеется также чугунный коробчатой формы кронштейн *3*, предназначенный для крепления нагрузочного устройства *4*.

Основное движение нижний диск-притир *3* (рис. 23) получает от электродвигателя *10*, через ременную и червячную *1* передачи и вал *2*. Для приведения в движение сепаратора *4* имеется привод *9*. При обработке цилиндрических деталей верхний диск-притир *5*, связанный с реечной передачей *6*, неподвижен. В случае необходимости он может под действием сил трения совершать вращательное движение. Для этого поднимают фиксатор *8*. Усилие прижима верхнего диска-притира контролируется прибором *7*.

Правят диски-притиры взаимной притиркой. Для этого на притиры наносят абразивно-доводочную смесь, например «Харьков-ДМ28», включают вращение нижнего диска-притира, а верхний вручную передвигают поочередно от себя и на себя. Фиксатор *8* при этом должен быть опущен вниз.

Универсальный вертикально-доводочный станок 3Д817 (рис. 24) предназначается для абразивной доводочно-притирочной обработки наружных цилиндрических и плоских поверхностей. Обрабатываемые детали укладывают в гнезда сепаратора, а затем опускают верхний диск-притир, который прижимает детали к нижнему диску-притиру. Подъем, опускание и прижим верхнего диска-притира осуществляются при помощи гидравлики. В первый период обработки происходит автоматическое взвешивание притира, что позволяет избежать задиров на поверхностях обрабатываемых деталей. Во втором периоде, после окончания разгона, создается требуемое давление притира на абразивные зерна. Одновременно с вращением дисков-притиров включают привод сепаратора, необходимый эксцентриситет привода которого устанавливается по шкале перемещением ползушки. Величина эксцентриситета должна быть такой, чтобы обрабатываемые детали проходили через наружные и внутренние края дисков-притиров. В процессе обработки наружных цилиндрических поверхностей привод сепаратора отключен, что не связывает сепаратор с направляющим механизмом. Таким образом, сепаратор может вращаться вокруг оси и совершать возвратно-поступательное движение. При обработке плоских деталей сепаратор связывается с направляющим механизмом, который не дает возможности сепаратору вращаться, а позволяет только совершать колебательные движения.

Контролируется процесс обработки моторным реле времени. По истечении времени, на которое настроен станок, шпиндель верхнего диска-притира снова гидравлически взвешивается, происходит выхаживание, длительность которого контролируется вторым моторным реле времени, а после остановки вращения дисков-притиров и привода сепаратора система занимает исходное положение.

Доводочный станок 3Д817 состоит (см. рис. 24) из станины *1*, имеющей коробчатую форму, на верхних обработанных плоскостях которой устанавливается нижний шпиндель; редуктора (на рис. не видно); консоли *3*; устройства правки и бака для суспензии. Внутри станины на плитах устанавливаются вариатор и электродвигатель главного привода. Натяжение ремней вариатора и главного привода регулируется специальным винтовым устройством.

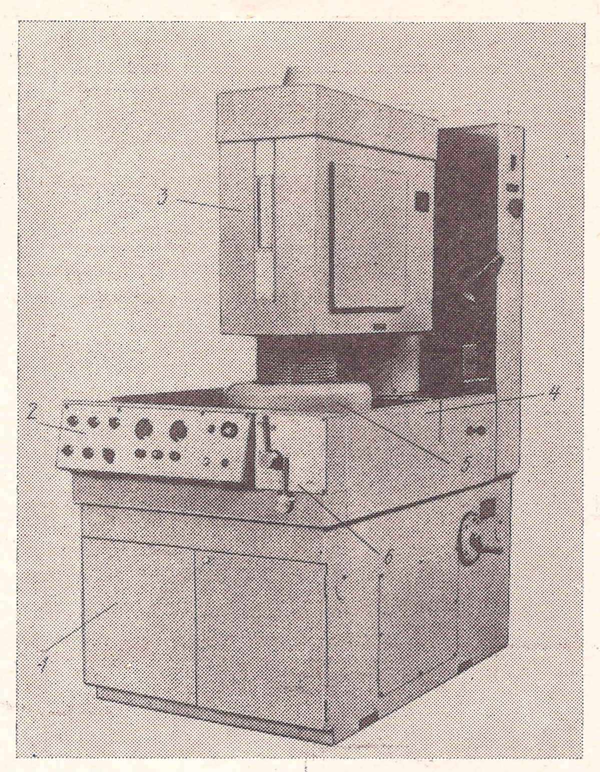


Рис. 24. Универсальный вертикально-доводочный станок 3Д817

К зоне резания имеется удобный доступ с передней правой стороны станины. На верхней части станка устанавливаются кожухи *4*, прикрывающие его рабочие органы. На задней части устанавливается электрошкаф *2*, в котором монтируется электроаппаратура. На передней части станка находится пульт управления *6*. Верхний диск-притир *5* механически поднимается в случае необходимости. Станок 3Д817 имеет сложную кинематическую, гидравлическую и электрическую схемы, что обеспечивает механизацию доводочно-притирочных работ.

Главное движение нижний диск-притир *6* (рис. 25) получает от электродвигателей *1* и *4* (АО2-42-2-Cl) мощностью 4,1/5,5 кВт и

1,5/2,4 кВт через сменные зубчатые колеса *2*, клиноременные передачи *3, 5* и червячные пары *15* и *16*, связанные с системой правки притира и вращения сепаратора *7*.

При вращении верхнего и нижнего дисков-притиров в одном направлении верхний диск-притир вращается со скоростью, на 10%

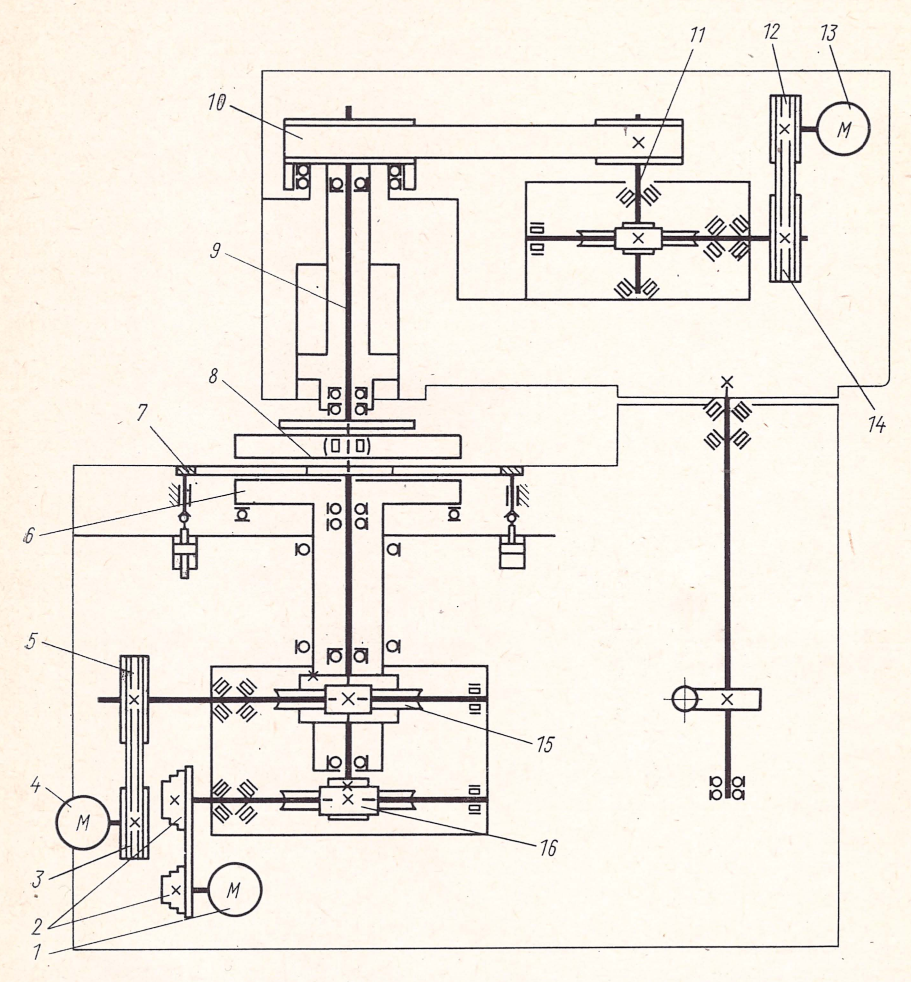


Рис. 25. Кинематическая схема универсального вертикально-доводочного станка 3Д817

меньшей скорости нижнего диска-притира. В случае вращения верхнего диска-притира в сторону, противоположную направлению вращения нижнего доводочного диска-притира, скорость первого на 10% больше скорости вращения нижнего. Управление насосом осуществляется рукояткой, связанной с передачей. Верхний диск-притир *8* получает движение от электродвигателя *13* (АО2-4/2-С1)

мощностью 4,7/5,5 кВт через клиноременную передачу шкивов *12* и *14*, вал *11*, передачу *10* и вал *9*.

Подъем и опускание, а также регулирование давления диска-притира на поверхность обрабатываемых деталей происходит при помощи гидравлической системы.

Прибор для правки дисков-притиров представляет собой дополнительное устройство к станку, позволяющее устранять дефекты на дисках-притирах. Диски-притиры правятся быстровращающимся чашкой-кругом, которым оборудовано устройство. Колебательное движение сообщается устройству качанием хобота прибора вручную. При правке верхнего диска-притира под его планшайбу подкладываются специальные упоры.

Одной из основных частей доводочного станка 3Д817 является установка для непрерывной подачи абразивной суспензии в зону резания. Установка может осуществлять подачу абразивно-доводочных смесей на основе порошков и микропорошков.

Суспензия из специального бака, оборудованного устройством вибрационного действия для взбалтывания, подается электронасосом по шлангу в распределительную головку верхнего диска-притира. Отработанная суспензия собирается в желобе станины и возвращается в бак через сливную трубу.

Станок оснащен электронным оборудованием, что позволяет полностью автоматизировать цикл обработки.

§ 32. Внутридоводочные станки

Доводочные станки, предназначенные для обработки внутренних поверхностей тел вращения, называют внутридоводочными. Станки этой группы по внешнему виду напоминают хонинговальные. В качестве режущего инструмента используют круглые притиры, покрытые абразивно-доводочными смесями. Форма и размеры притиров близки к форме и размерам обрабатываемого отверстия. Станки для доводки отверстий снабжаются специальными приспособлениями для крепления притира — притиродержателями.

Характерными представителями внутридоводочных станков являются станки Одесского завода прецизионных станков, станки, разработанные в ЦНИИТА (табл. 13), и доводочные бабки.

Доводочные бабки являются простейшими станками, широко применяемыми в единичном и серийном производствах. На доводочных бабках осуществляют, например, окончательную доводку, доводку сквозных и глухих отверстий, конусов и резьб, при выполнении которой сочетается ручной и механизированный труд.

Работа на доводочных бабках требует большого навыка, так как бабка обеспечивает только вращательное движение. Все остальные движения, при которых происходит процесс доводки, выполняются рабочим вручную. Доводку на бабке ведут притирами, закрепленными на оправке шпиндельной головки. Существует много конст-

13. Основные технические данные доводочных станков для доводки отверстий

Техническая характеристика	Модели		
	ОФ-61А	3820Д	3821Д
Наибольший диаметр, обрабатываемых отверстий, мм	8,5—15	8—12	До 30
Глубина обрабатываемого отверстия, мм	220	80	100
Количество шпинделей	1	1	1
Тип инструмента		Стержень-притир	
Количество скоростей	4	3	—
Частота вращения шпинделя, об/мин	200, 318, 500, 800	200, 315, 500	200, 400
Величина ступенчатой подачи на разжим за один двойной ход, мм хода иглы	0—0,15	0—0,056	—
Скорость возвратно-поступательного движения, м/мин	0—12	0—16	0—16
Мощность двигателя, кВт:			
главного движения	1,7	0,6	1,1
гидропривода	2,8	—	—
поворота стола	0,120	—	—
Габаритные размеры станка, мм:			
длина	1845	1100	1310
ширина	1220	630	770
высота	2228	2020	2400
Масса	1430	1050	1400

рукций доводочных бабок, но устройство и работа их отличается незначительно.

На рис. 26 показана доводочная бабка, предназначенная для обработки отверстий. Основной частью доводочной бабки является

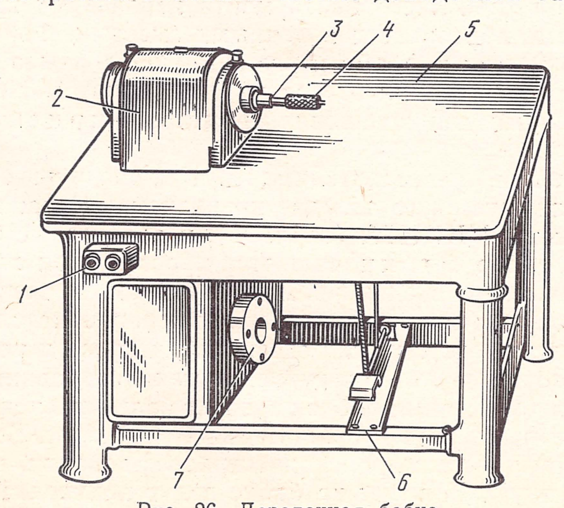


Рис. 26. Доводочная бабка

станина *5*, по форме напоминающая стол. В нижней части помещается электродвигатель *7*. Верхняя часть станины служит столом, на котором размещаются все принадлежности и детали для доводки. Кроме того, на столе устанавливается шпиндельная головка *2*, от которой вращение через шпиндель передается притиру *4*, закрепленному в цанге *3*. Шпиндель головки *2* получает вращение через клиноременную передачу от электродвигателя *7*. Кнопочная станция *1* предназначена для пуска и останова бабки. Для торможения вращения шпиндельной головки имеется педаль *6*.

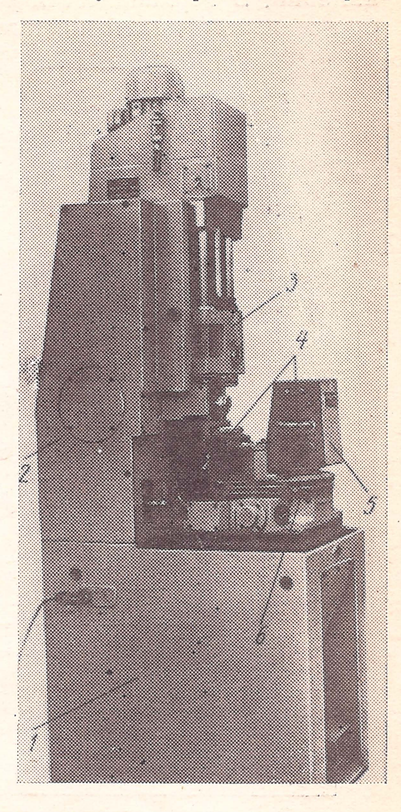


Рис. 27. Вертикальный внутридоводочный многопозиционный станок 3820Д

В е р т и к а л ь н ы й в н у т р и д о в о д о ч н ы й м н о г о п о з и ц и о н н ы й с т а н о к 3820Д. Для особо тонкой обработки сквозных отверстий ⌀ 8—12 мм и глубиной 80 мм применяется вертикальный внутридоводочный многопозиционный станок модели 3820Д. Эти станки применяются в крупносерийном и массовом производстве топливной аппаратуры, где требования высокой производительности сочетаются с высокой точностью и высоким классом шероховатости обработанной поверхности. В равной степени станок находит применение и при изготовлении авиационных агрегатов, гидроавтоматики, точных приборов. Обработка на станке осуществляется стержнем-притиром, покрытым абразивно-доводочными смесями методом намазки. Качество и производительность во многом зависит от применяемой технологии. При правильном выборе режимов, притиров и основных технологических материалов на станке достигается шероховатость обработанной поверхности 10-го класса.

Одной из отличительных особенностей станка 3820Д является автоматический разжим рубашки притира на размер. Обеспечивается это механизмом радиальной подачи, позволяющим быстро разжимать рубашку притира для касания с обрабатываемой поверхностью, переходить на ступенчатый разжим с регулируемой величиной подачи на каждый двойной ход шпинделя станка и обеспечивать режим «выхаживания». Общий вид станка показан на рис. 27. Основание *1* станка представляет собой жесткую коробчатую станину, на верхнюю плоскость которой установлены колон-

на *2*, несущая шпиндельную головку *3*, и плита *6* с приспособлением *4* для крепления обрабатываемых деталей.

В одной из ниш основания размещен маслобак с гидроприводом, в другой — панели электрооборудования станка. На колонне смонтированы основные узлы станка и разводка гидро- и электрокоммуникаций. В верхней части помещены гидроцилиндр возвратно-поступательного движения шпиндельной головки и механизм привода вращения, шпиндельная головка *3* перемещается по цилиндрическим направляющим, прикрепленным к колонне.

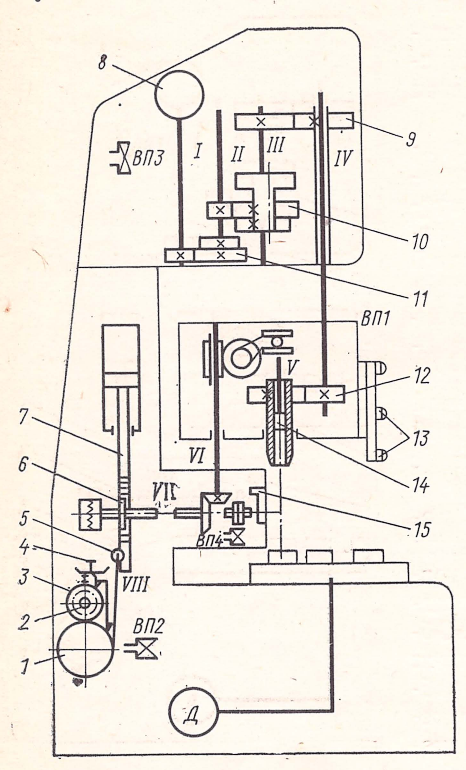


Рис. 28. Кинематическая схема станка 3820Д

На левой наружной поверхности колонны смонтированы механизм разжима и его гидропанель, на правой — панель управления и основная гидравлическая панель. Маслобак расположен в нише основания с задней стороны станка, с правой стороны основания прикреплен пульт управления *5*.

На плите *6* основания может быть установлен поворотный стол с загрузочными приспособлениями. В конструкции станка предусмотрены микропереключатели: ВП6 — касание и ВП7 — перегруз, которые устанавливаются при монтаже приспособления на каждую конкретную деталь.

На рис. 28 приведена кинематическая схема станка. Шпиндель получает вращение от электродвигателя *8* мощностью 0,6 кВт через трехступенчатый редуктор с зубчатыми колесами *11*, тройчатку *10* и две пары зубчатых колес *9* и *12*. Величина рабочего хода шпиндельной головки настраивается кулачками *13*, расположенными в подвижной планке.

Внутри шпинделя проходит игла разжима *14*, которая передает усилие на конусный стержень-притир. Разжим осуществляется гидравлическим способом. При ходе штока гидроцилиндра усилие на иглу передается через шестерню, муфту, вал *VII*, пару конических зубчатых колес, шлицевой вал, червячную передачу и рычаги.

Одновременно с поворотом зубчатого колеса *6* при ходе штока *7* поворачиваются зубчатые колеса *5* и *1*. На валу *VIII* свободно сидят рычаг-указатель с зубчатым колесом *2*, делительным диском *3* и

подпружиненной собачкой *4*. Зубчатое колесо *1* сцеплено с зубчатым колесом *2*, жестко связанным с диском *3*, который застопорен собачкой *4*. Следовательно, рычаг поворачивается на тот же угол, что и зубчатое колесо *5*. При достижении упора рычаг останавливается. Делительный диск отжимает собачку и проворачивается до тех пор, пока не сработает реле времени. При сжиме направление перемещения штока *7* изменяется на обратное. Рычаг нажимает на микропереключатель ВП2 — сжим закончен.

Если при разжиме игла перемещается дальше положения, соответствующего полному износу инструмента, упор *15* нажимает блокировочный контакт ВП4. Цикл прекращается, головка поднимается вверх. Запуск следующего цикла не разрешается.

Станок работает по полуавтоматическому циклу: головка находится в верхнем исходном положении (смена детали) — инструмент вращается, после включения цикла кнопкой или педалью шпиндельная головка опускается и совершает возвратно-поступательное движение с величиной рабочего хода, определяемого настройкой кулачков.

Для предотвращения поломки инструмента разжим его осуществляется после ввода в деталь. Блокировка обеспечивается золотником и контактом ВП3, сигнализирующим, что произошел первый двойной ход и инструмент введен в деталь. После первого двойного хода контакт ВП3 включает быстрый разжим; при касании рабочей части инструмента с обрабатываемой поверхностью приспособление поворачивается и нажимает на микропереключатель, включается ступенчатый привод и реле времени доводки.

После срабатывания реле времени подается команда на подъем головки, происходит сжим. Рычаг нажимает контакт ВП2. Цикл обработки может осуществляться с выхаживанием от реле времени. В станке предусмотрена блокировка перегруза с выдержкой времени от реле.

Вертикальный внутридоводочный одношпиндельный многопозиционный станок ОФ-61А предназначен для особо тонкой обработки сквозных отверстий ⌀ 8,5—15 мм. Станок наиболее полно отвечает условиям крупносерийного и массового производства деталей топливной аппаратуры, где требования высокой производительности сочетаются с высокой точностью и высоким классом шероховатости обработанной поверхности. Эти станки в равной степени находят применение при производстве авиационных агрегатов, гидроавтоматики, приборов. Доводочно-притирочная обработка на станке осуществляется стержнем-притиром, покрытым абразивно-доводочным материалом методом намазки. Качество и производительность во многом зависят от технологических факторов. При правильном выборе режимов, притиров, основных и технологических материалов на станке достигается шероховатость обработанной поверхности 9—10-го классов и точность в несколько мкм. Особенностью станка ОФ-61А является возможность автоматически регулировать давление притира на абразивные зерна.

Разжим осуществляется перемещением конуса относительно стержня-притира, положение последнего остается неизменным относительно торца шпинделя.

Механизм разжима управляется гидропанелью, обеспечивающей по циклу быстрый разжим до касания с обрабатываемой поверхностью, ступенчатую подачу, прекращение подачи при повышении усилия резания и быстрый сжим стержня-притира; продолжительность обработки контролируется реле времени. Эффективность обработки повышается благодаря многопозиционному поворотному столу. На каждой из позиций стола устанавливается приспособление для крепления обрабатываемой детали. В зафиксированном положении стола ось одной из позиций (позиция обработки) совпада-

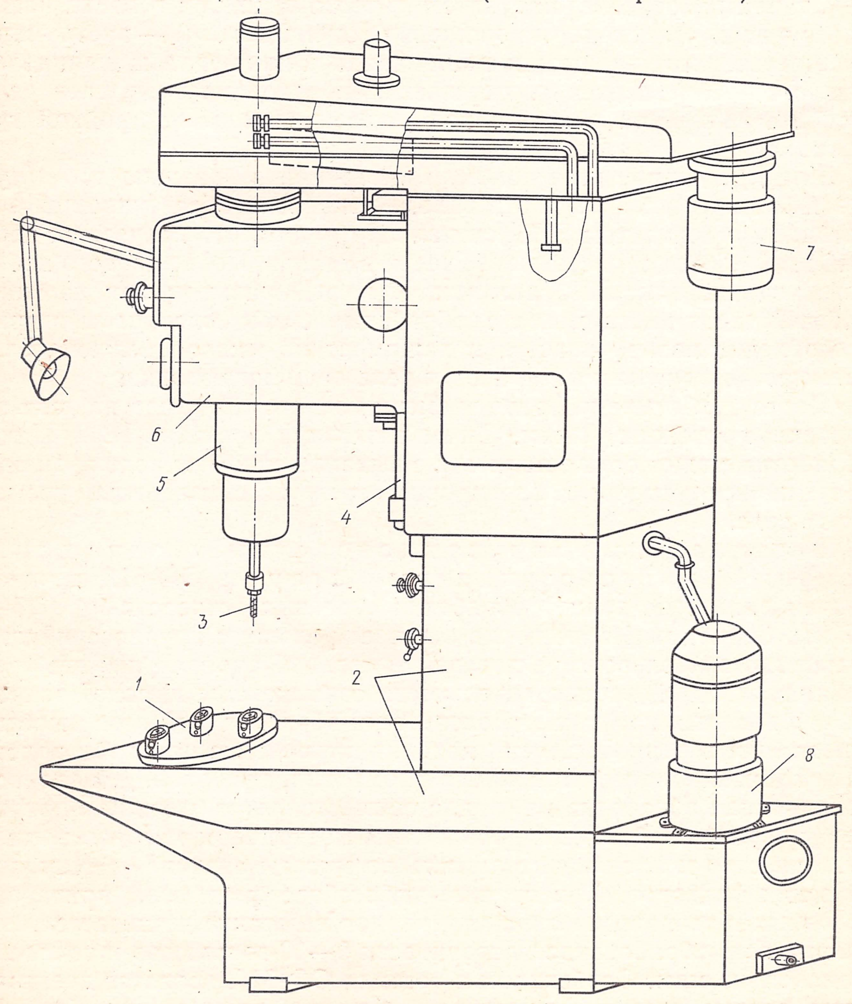


Рис. 29. Вертикальный внутридоводочный одношпиндельный многопозиционный станок ОФ-61А

ет с осью шпинделя, а на остальных позициях осуществляется снятие обработанных деталей и установка подлежащих обработке. По окончании цикла происходит смена позиций стола и цикл повторяется. Длительность цикла регулируется электрическим реле времени, установленным на пульте электрошкафа.

Расфиксирование стола при смене позиций, включение электродвигателя поворота стола и фиксация в новой позиции выполняются автоматически. Предусмотрена блокировка, отключающая поворот стола, если не произошел сжим или стержень-притир не вышел из обрабатываемой детали.

Вертикальный внутридоводочный станок ОФ-61А (рис. 29) состоит из основания *2* с колонной, направляющих *4*, шпиндельной головки *5*, коробки скоростей (редуктора) *6*, гидрооборудования *8* с баком, электрооборудования, двигателя *7* (их три различной мощности), устройств разжима стержня-притира *3* и поворотного стола *1*.

На жестком основании установлена колонна, в верхней части которой крепится гидроцилиндр, электродвигатель главного движения, коробка скоростей.

Две цилиндрические направляющие смонтированы на передней стороне колонны. По этим направляющим двигается шпиндельная головка. В нижней части установлена плита, которая оборудуется многопозиционным поворотным столом. Гидропанель разжима укреплена с левой стороны шпиндельной головки. Слева на колонне расположены гидропанель управления циклом станка и механизм управления гидропанелью разжима, а справа — гидропанель управления возвратно-поступательным движением шпиндельной головки и конечные выключатели начала и конца цикла.

Электрооборудование и пульт управления станком смонтированы в отдельном электрошкафу.

Кинематическая схема станка (рис. 30) включает три звена: коробку скоростей, устройство поворота с фиксацией стола, устройство разжима стержня-притира на необходимый размер. Главное вращательное движение — вращение шпинделя *6* осуществляется от двигателя типа АО-41-4 мощностью 1,7 кВт с частотой вращения 1420 об/мин через клиноременную передачу *12*, *13*, редуктор *10*, пару сменных зубчатых колес *11* и зубчатые колеса шпиндельной головки *7*, *14*. Возвратно-поступательное движение шпиндельной головки осуществляется гидравлической системой, приводимой в действие электродвигателем типа АО-42-4 мощностью 2,8 кВт. Внутри шпинделя *6* проходит игла *8* с винтовой нарезкой и жестко закрепленным на нем зубчатым колесом *9*. Игла передает усилие разжима стержня-притира. При ходе штока гидроцилиндра *22* усилие передается через зубчатые колеса *21*, *20*, рычаг *19*, собачку *18*, зубчатые колеса *16* на иглу *8*. Так как зубчатое колесо *15* застопорено, то игла не вращается и при вращении цилиндрических зубчатых колес *15* осуществляется разжим.

При сжиме шток гидроцилиндра движется в обратном направлении, так как собачка *18* не передает усилие в этом направлении

на храповик *17*, собачка отведена от храповика. Сжим происходит только на определенную величину. Таким образом обеспечивается компенсация износа стержня-притира, задаваемая на станке. Эта величина может регулироваться доводчиком (по прилагаемой к станку инструкции).

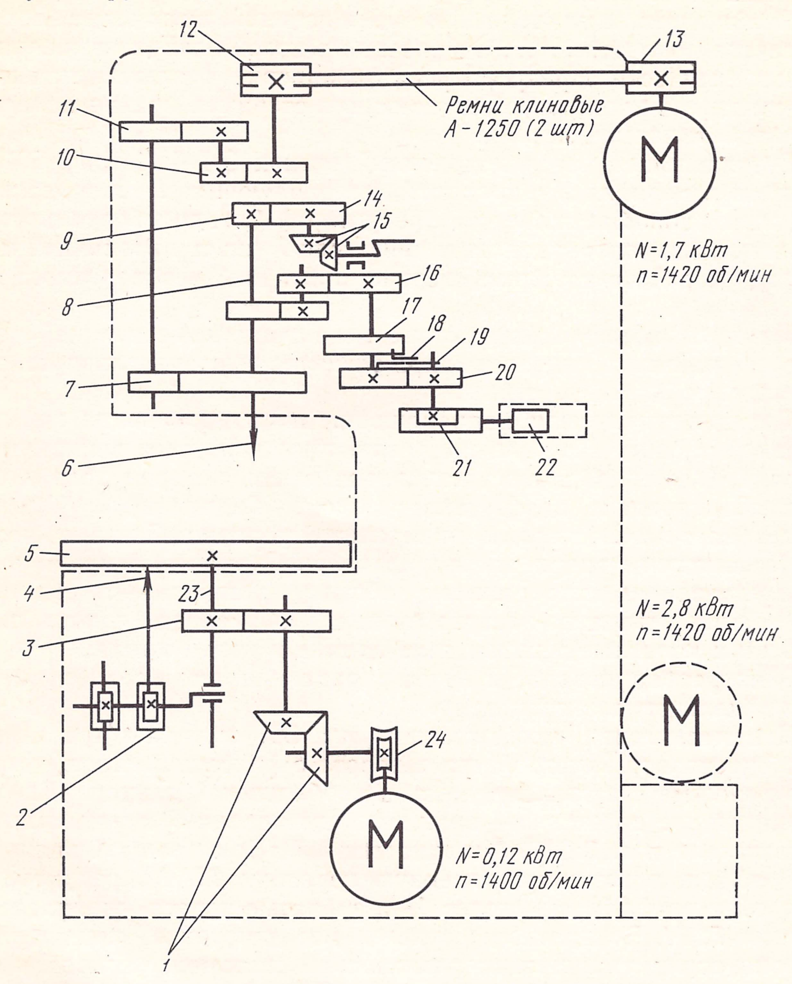


Рис. 30. Кинематическая схема вертикального внутридоводочного одношпиндельного многопозиционного станка ОФ-61А

Под шпинделем находится одна из позиций поворотного стола. В зафиксированном положении фиксатор *4* эксцентриком вала введен в отверстие планшайбы *5*, которая прижата к опорной плоскости. При ходе штока гидроцилиндра зубчатое колесо *2* выводит фиксатор из планшайбы, эксцентрик освобождает планшайбу и приподнимает ее. Вращением электродвигателя мощностью 0,27 кВт

с частотой вращения 1400 об/мин через червячную пару *24*, фрикционную муфту зубчатых колес *1*, *3* и вал *23* происходит поворот планшайбы *5*. При достижении следующей позиции кулачок отключает вращение электродвигателя, гидроцилиндр осуществляет новую фиксацию стола, счетчик отсчитывает обороты стола. Кулачок, укрепленный на планшайбе, проходя мимо счетчика, передвигает палец, в свою очередь перемещаясь при этом на следующее деление. Так происходит последовательная обработка деталей, закрепленных в приспособлении. Для ручного поворота стола отключается фрикционная муфта.

Электрическая схема включает в себя три электродвигателя: главного движения, гидравлики и поворота стола. Командоаппаратура — контакторы, промежуточные реле, реле времени и другое электрооборудование располагаются в электрошкафу.

§ 33. Плоскодоводочные и плоскопритирочные станки

Для одновременной плоскопараллельной обработки плоскостей применяется станок модели 5 Д. С. Семенова. Односторонняя абразивная доводочно-притирочная обработка выполняется на ряде станков, наиболее распространенными из которых являются станки Каунасского завода шлифовальных станков «Нерис» моделей 3806Л, 3803, 3804П и др. Качество доводки, например, на станке 3803 для плоских деталей диаметром 20 мм и высотой 15 мм достигается по плоскостности 0,7 мкм, класс шероховатости обработанной поверхности — 10-й. Если вести обработку плоских деталей диаметром 90 мм и высотой 12 мм, то плоскостность обеспечивается порядка 16 мкм и класс шероховатости обработанной поверхности — 10-й.

Основным режущим инструментом этих станков служат плиты-притиры и диски-притиры, шаржированные или покрытые абразивно-доводочными материалами.

Станок конструкции Д. С. Семенова (Московский завод «Калибр») для плоскопараллельной обработки является наиболее совершенным (табл. 14). Использование этого станка для окончательной доводки плоскопараллельных концевых мер длины позволило ликвидировать тяжелый ручной труд.

Процесс доводки на станке Д. С. Семенова заключается в следующем. Между двумя неподвижными чугунными плитами-прити-

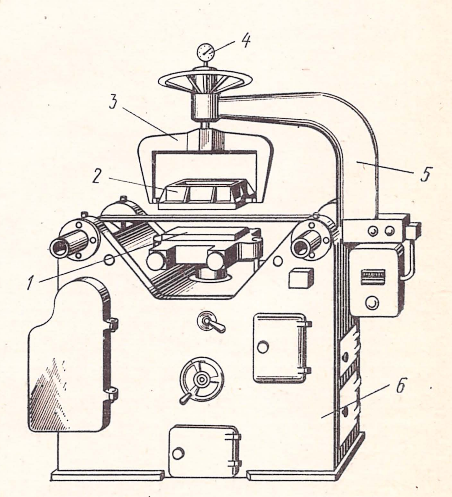


Рис. 31. Плоскопритирочный двухплитный станок конструкции Д. С. Семенова

14. Основные технические данные станков для доводочно-притирочной обработки плоскостей

Показатели	Модели		
	конструкции Д. С. Семенова, модель 5	3806Л	3804П
Наибольший наружный размер притиров, мм	Плиты 300× ×400	Диск ∅710	Диск ∅ 450
Способ подачи абразивно-доводочной смеси	Работа шаржированным притиром	Периодически дозированная подача суспензии	—
Количество притиров в комплекте, шт.	2	1	1
Максимальный размер обрабатываемых деталей, мм:			
толщина	10	175	105
длина	150	175	105
высота	0,2—150	50	—
Средняя окружная скорость притирочного диска, м/мин . .	—	37,75	27, 54, 108
Диаметры пригоночных колец, мм:			
наружный	—	—	200
внутренний	—	—	150
Наибольший наружный диаметр сепаратора, мм	—	425	—
Длина хода ведущих лент, мм:			
продольного	0—170	—	—
поперечного	0—25	—	—
Количество ведущих лент . .	3	—	—
Число скоростей:			
продольных	3	—	—
поперечных	12	—	—
Цикл работы	Полуавтоматический		
Мощность главного привода, кВт	1,7	2,2	0,6
Габаритные размеры станка, мм:			
длина	1500	1495	1070
ширина	715	1220	860
высота	1560	2010	1330
Масса, кг	1400	2300	1000

рами размером 350×450 мм движется лента из тонкой листовой стали, в гнезда которой заложены детали. Лента имеет продольное и незначительное возвратно-поступательное движение, благодаря чему происходит равномерная доводка. Для получения высокого качества обработанной поверхности плиты-притиры должны быть хорошо выправлены и шаржированы абразивно-доводочными материалами.

Доводочный станок конструкции Д. С. Семенова (рис. 31) имеет следующие основные части: станину *6*, кронштейн *5*, нагрузочное устройство *3* с верхней плитой *2*, нижнюю плиту-притир *1*, механизм главного движения и электродвигатель.

Станина имеет коробчатую форму. Внутри станины помещается механизм главного движения станка, а сзади смонтирован поворотный кронштейн. На кронштейне крепится нагрузочный механизм с верхней плитой. Верхняя плита скреплена с кронштейном шарнирно, что дает возможность ей самоустанавливаться над обрабатываемыми деталями. Усилие прижима обрабатываемых деталей к притиру осуществляется нагрузочным устройством. Прилагаемая к верхней плите посредством винта нагрузка контролируется прибором *4*.

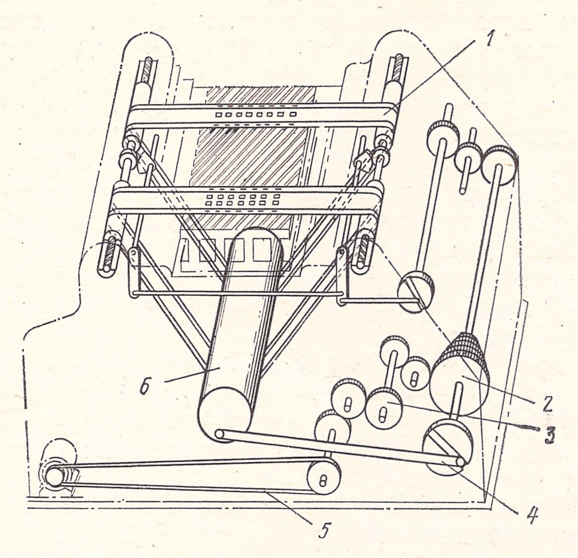


Рис. 32. Кинематическая схема плоскопритирочного двухплитного станка конструкции Д. С. Семенова

Нижняя плита-притир помещается на верхней части станины. При износе или при переходе на доводку других по толщине деталей она может перемещаться в вертикальном направлении при помощи маховичка. В механизм главного движения станка входят коробка скоростей с накидными зубчатыми колесами, кривошипный механизм и барабан. Этот механизм служит для осуществления рабочих движений станка.

Кинематическая схема станка Д. С. Семенова показана на рис. 32. Вращение от электродвигателя мощностью 2 кВт передается на ленты *1* через ременную передачу *5*, цилиндрические зубчатые колеса *3*, коробку скоростей с накидным зубчатым колесом *2*, кривошипный механизм *4* и барабан *6*. Барабан совершает колебательное круговое движение, а ленты, связанные с ним, возвратно-поступательное. Длина продольного хода лент устанавливается изменением радиуса кривошипа.

Поперечное возвратно-поступательное движение лент осуществляется винтами, имеющими на концах левую и правую нарезки, на которые навинчены несущие гайки. Винты получают движение от коробки скоростей через цилиндрические зубчатые колеса, кривошипный механизм, тяги, зубчатые секторы и цилиндрические зубчатые колеса, находящиеся на винтах. Величина поперечного перемещения равна устанавливаемой величине радиуса кривошипа. После того как ленты совершат заданное число ходов, станок выключается автоматически.

Плоскодоводочный однодисковый станок с подъемом правильных колец 3806Л предназначен для повышения класса шероховатости поверхности, плоскостности и параллельности плоских поверхностей деталей высотой до 80 мм методом доводки на вращающемся притире с абразивной смесью.

На станке могут обрабатываться только плоские наружные поверхности деталей. Подъем правильных колец обеспечивает удобное снятие обработанных деталей со станка. Этот станок обеспечивает высокое качество доводки. Для плоских деталей диаметром 100 мм, высотой 50 мм плоскостность— 16 мкм, параллельность — 25 мкм. Для плоских деталей диаметром 50 мм, высотой 15 мм плоскостность — 1 мкм, параллельность — 16 мкм, шероховатость поверхности 9—10-й классов.

Процесс доводки на станке 3806Л протекает следующим образом. Между двумя плитами, из которых одна является вращающимся диском-притиром, а другая — неподвижной верхней плитой нагрузочного механизма, помещают обрабатываемые детали в специальных приспособлениях.

Основными движениями этого станка являются быстрое вращательное движение нижнего диска-притира, вращение правочных колец с сепаратором и замедленное возвратно-поступательное движение сепаратора.

В отличие от других станков своевременная подача абразивно-доводочных материалов в зону доводки, а также прекращение работы диска-притира осуществляются автоматически.

При настройке станка на автоматический цикл работы учитывают, что время автоматической подачи абразивно-доводочных смесей должно быть на 1—2 мин меньше времени вращения диска-притира (в конце операции). Это делается для того, чтобы в процессе доводки не возникало заедания правочных колец на притирочном диске, ведущее не только к браку, но и к порче станка. Для получения высокого качества обрабатываемой поверхности доводочный диск должен быть хорошо выправлен и шаржирован абразивными материалами.

Доводочный станок 3806Л (рис. 33) имеет следующие основные части: тумбу-станину *1*, стойки *2*, консоль *3*, нагрузочное устройство *4*, коробку скоростей, притирочную плиту *5*, электродвигатель и приборы управления.

Тумба-станина прямоугольной формы в верхней части имеет круглую ванну. По углам тумбы установлены четыре круглые стой-

ки *2*. Внутри станины помещена коробка скоростей (редуктор), электродвигатель и приборы автоматики. Для доступа к приборам имеются дверцы. Стойки служат для поддержания траверс, на которых помещаются и крепятся нагрузочные устройства станка.

Усилия прижима обрабатываемой детали к притиру создаются нагрузочным устройством, состоящим из гидравлической системы и электромагнита. Быстрый подъем и опускание, а также прижим деталей осуществляются с помощью гидравлики.

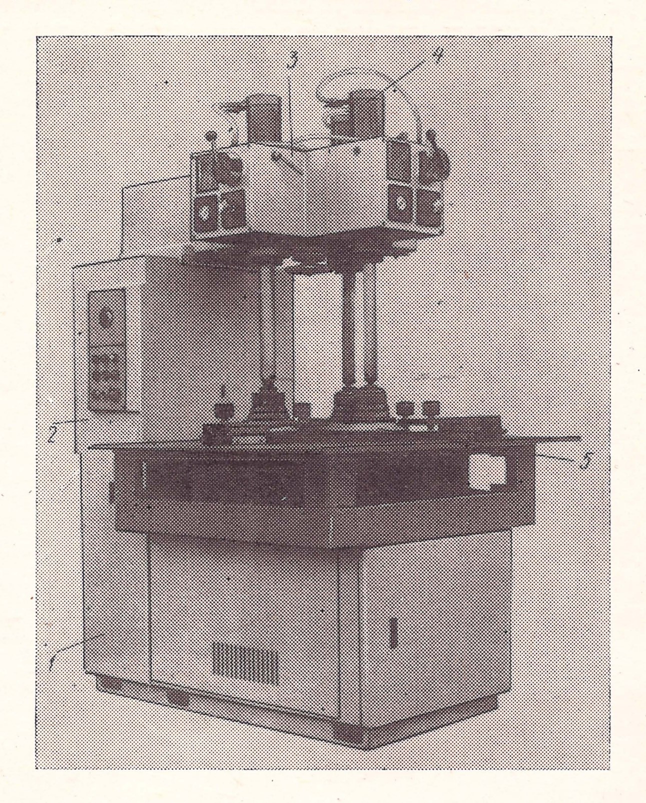


Рис. 33. Плоскодоводочный однодисковый станок с подъемом правильных колец 3806Л

Коробка скоростей служит для изменения скорости шпинделя, главной частью которого является диск-притир с правочными кольцами (3 шт.).

Электродвигатель приводит в движение диск-притир и насос системы смазки. Приборы автоматики предназначены для регулирования процесса доводки без вмешательства человека. Система автоматического регулирования включает следующие основные приборы: реле времени подачи абразивно-доводочных смесей и смазки, реле времени вращения диска-притира, реле привода элект-

родвигателя, переключатели, предохранители, средства сигнализации и др.

Кинематическая схема станка 3806Л показана на рис. 34. Главное вращательное движение притирочного диска осуществляется электродвигателем *6* мощностью 2,2 кВт через клиноременную передачу *4* и *5*, червячную передачу *3*, муфту *2* и приемную часть *1* вала.

Сложное, напоминающее возвратно-поступательное, движение сепаратора возникает благодаря зазору между правочными кольцами и притиром под действием сил трения и инерционных сил при работе станка.

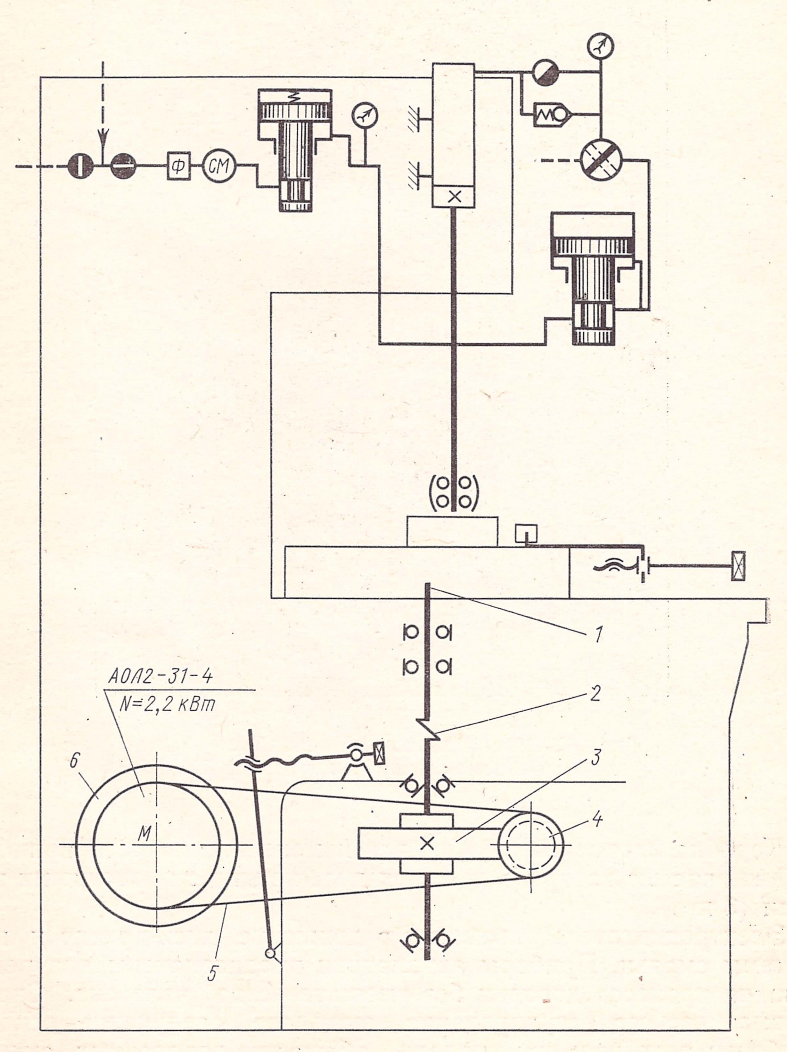


Рис. 34. Кинематическая схема плоскодоводочного станка 3806Л

Однодисковый доводочный станок 3804П предназначен для повышения класса шероховатости поверхности, плоскостности и параллельности методом обработки на вращающемся диске-притире, покрытом абразивно-доводочным материалом. Обрабатываемые детали при этом укладываются в гнезда сепаратора. На станке можно обрабатывать детали из самых разнообразных материалов — стальные, бронзовые, чугунные, керамические, пластмассовые и др. Станок может применяться во всех отраслях машиностроения и приборостроения, в крупносерийном, серийном и мелкосерийном производствах.

Однодисковый доводочный станок 3804П (рис. 35) состоит из станины *1*, вспомогательного стола *2*, доводочного диска *3*, редуктора, роликового кронштейна *4*, правочного кольца *5*, устройства для дозированной подачи абразивной суспензии и электрооборудования *6*. Базовой частью станка является станина, состоящая из двух деталей коробчатой формы: корпуса и тумбы, соединенных между собой винтами. Внутри станины находится коробка скоростей (редуктор) и ее привод. Тумба, состоящая из трех отсеков, крепится также к станине, отсеки размещаются один над другим. В нижнем отсеке находится бак для сбора отработанной суспензии, в центральном — электрооборудование, в верхнем отсеке тумбы на ее дверце смонтировано устройство для дозированной подачи суспензии и реле времени. Для крепления станины к фундаменту внутри корпуса имеются четыре отверстия для болтов.

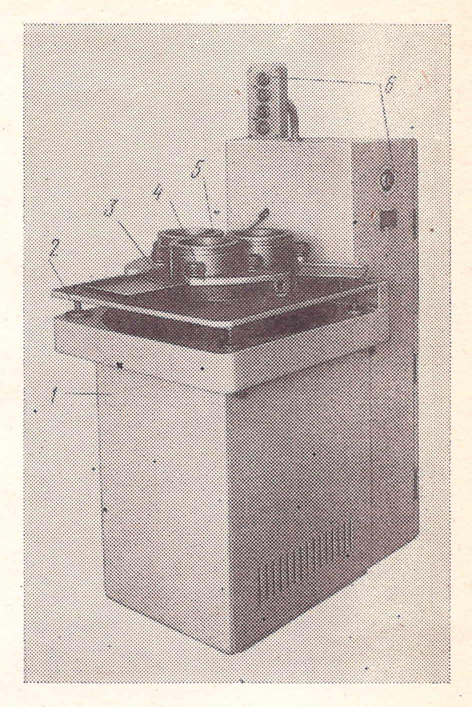


Рис. 35. Плоскодоводочный однодисковый станок 3804П

Вспомогательный стол служит для удобной работы на станке, к нему также крепятся роликовые кронштейны. Этот стол представляет собой сварную прямоугольную конструкцию, установленную вокруг диска-притира. Положение стола по высоте регулируют четырьмя винтами, смонтированными в корпусе редуктора. Непосредственно на торце шпинделя (выходной вал редуктора) крепится планшайба. Планшайба служит для установки на ней диска-притира и передачи главного вращения от редуктора к притиру. Для точной установки диска-притира планшайба в своей верхней части имеет центрирующий поясок.

Роликовые кронштейны предназначены для удержания правочных колец на диске-притире (диск-притир постоянно правится этими кольцами). Правочные кольца перемещаются с помощью роликовых кронштейнов. Роликовые кронштейны фиксируются зажимом.

Устройство для дозированной подачи суспензии состоит из смесителя и дозатора, приводом которых является электродвигатель типа АОЛ12-4-С2 мощностью 0,18 кВт. Смеситель предназначается для непрерывного перемешивания суспензии, находящейся в баке.

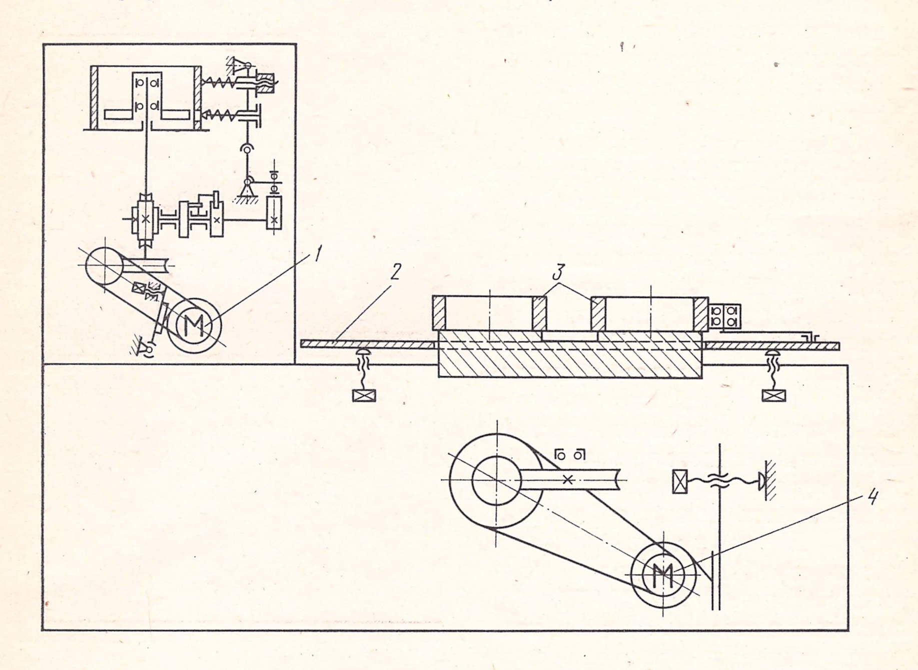


Рис. 36. Кинематическая схема плоскодоводочного однодискового станка 3804П:

1, 4 — электродвигатели, *2* — вспомогательный стол, *3* — правочные кольца

Подача суспензии в зону резания осуществляется от кулачкового механизма дозатора, за один оборот кулачка отверстие для истечения суспензии открывается один раз. Время истечения суспензии зависит от величины впадины на регулируемом кулачке. Длительность подачи суспензии регулируется при помощи упорного винта. Если головку винта установить по первой от корпуса риске, то время цикла подачи суспензии будет равно 6 мин, если по второй риске — 3 мин, по третьей — 2 мин. Расход абразивной суспензии также можно регулировать.

Кинематическая схема станка (рис. 36) простая. Главное движение диска-притира осуществляется от электродвигателя типа АОЛ2-11-4-С1 мощностью 0,6 кВт через клиноременную передачу, червячный редуктор и пару сменных зубчатых колес. Сменой колес,

а также переменой их мест, получают три скорости вращения диска-притира.

Электрооборудование станка включает два электродвигателя, реле времени и командоаппаратуру. Станок работает на полуавтоматическом цикле. Контроль вращения диска-притира, режим подачи суспензии контролируются реле. Этот станок наиболее полно отвечает технологическим требованиям.

Контрольные вопросы

1. По какому признаку делятся доводочные и притирочные станки?
2. Расскажите порядок и укажите места смазки станка, на котором Вы работаете.
3. Какие мероприятия необходимы для поддержания станка в исправном состоянии?
4. Как проверить станок на точность?
5. Какие основные движения имеют станки 3Б814, 3Д817 и как они работают?
6. Назовите и охарактеризуйте основные станки для доводки внутренних поверхностей тел вращения.
7. Для каких доводочно-притирочных работ применяются станки конструкции Д. С. Семенова и станки 3806Л?
8. Охарактеризуйте устройство и принцип работы станков конструкции Д. С. Семенова и 3806.
9. Для чего нужны правочные кольца и сколько их в станке 3806Л?
10. Расскажите о назначении, принципе работы и устройстве доводочного станка 3804П.

ГЛАВА VI. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Под *технологией обработки* понимают совокупность различных способов и средств выполнения производственных процессов.

Технологическим процессом называется основная часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением размеров, формы, внешнего вида или свойств материала заготовки с целью получения из нее готовой детали. Технологический процесс устанавливает последовательность, методы и способы обработки деталей, необходимое оборудование, инструмент, применяемые абразивно-доводочные смеси, режимы абразивной доводочно-притирочной обработки, средства и методы контроля качества деталей.

§ 34. Понятие о предварительной обработке заготовок

Детали, находящиеся в стадии изготовления, называются заготовками. Заготовки (при абразивной доводочно-притирочной обработке их называют деталями), поступившие на доводку, имеют очень малый межоперационный припуск на обработку по сравнению с другими механическими способами обработки. Необходимая точность размеров и геометрической формы достигается главным

образом на предыдущих операциях. Предварительно заготовку подвергают грубой обработке, а окончательная обработка осуществляется, например, точением, шлифованием и хонингованием. Шероховатость обработанной поверхности в зависимости от способа обработки деталей приведена в табл. 15.

15. Высота микронеровностей, получающаяся при различных способах обработки

Метод обработки	Схема процесса обработки	Высота неровностей, мкм
Тонкое точение	Изделие; Резец	1,0—1,6
Тонкое шлифование	Изделие; Шлифовальный круг	1,6—0,5
Хонингование	Хонинговальная головка; Изделие	0,8—0,32
Доводка	Изделие; Притиры (диски); Притирочная паста	0,8—0,02

Тонкое шлифование выполняется на универсальных или специальных шлифовальных станках с помощью шлифовального круга, для которого характерно сочетание вращательного и возвратно-поступательного движений. Тонкое шлифование характеризуется малыми подачами и глубинами резания при высокой скорости резания. Тонким шлифованием достигается высокая точность раз-

меров и формы обрабатываемой детали при сравнительно небольших микронеровностях.

Уменьшение микронеровностей при тонком шлифовании достигается увеличением числа проходов и уменьшением продольной подачи. Например, при шлифовании наружных цилиндрических поверхностей можно обеспечить отклонение от круглости до 0,0003—0,0005 мм, от цилиндричности — до 0,001—0,004 мм и точность сопряжения до 0,002 мм. Тонким шлифованием достигается 10-й класс шероховатости обработанной поверхности.

Большинство заготовок больших размеров после тонкого шлифования (особенно внутренние поверхности тел вращения) подвергаются более тонкой отделке — *хонингованию*, после которого следует абразивная доводочно-притирочная обработка.

Хонингование выполняют на станках при помощи хонинговальной головки, режущей частью которой служат мелкозернистые абразивные бруски. Отличительными особенностями хонингования являются невысокая скорость и весьма малая глубина резания, быстрые колебательные движения брусков, сложное движение каждого абразивного зерна на обрабатываемой поверхности, применение специальных смазывающих жидкостей, небольшие давления абразива и отсутствие нагрева обрабатываемой поверхности.

Хонингование по достигаемой шероховатости обработанной поверхности занимает промежуточное положение между шлифованием и абразивной доводочно-притирочной обработкой. Смазывающая жидкость, применяемая при хонинговании, обеспечивает удаление из зоны резания отходов обработки (осколков абразивных зерен и стружки) и образует тонкую масляную пленку на обрабатываемой поверхности, что благоприятно сказывается на качестве обработки.

Хонингованием обеспечивается значительное улучшение шероховатости обработанной поверхности вплоть до 12-го класса. В отличие от других методов обработки хонингование применяется главным образом для достижения именно высокого класса шероховатости, а заданная геометрическая форма изделия достигается шлифованием и другими методами (тонким точением, протягиванием, развертыванием и т. д.) В последние годы широко используется электроискровая обработка, которая, обеспечивая высокую точность формы (порядка 1—0,5 мкм), повышает класс шероховатости поверхности. Именно благодаря высокой точности электроискровая обработка стала основной предварительной операцией при изготовлении отверстий высокого качества.

§ 35. Понятие о припусках на обработку

В процессе механической обработки заготовки меняются ее форма, размеры и качество поверхности. Эти изменения происходят в результате последовательного снятия слоев металла с поверхности заготовки на каждой операции технологического процесса.

П р и п у с к о м на обработку называется избыточный слой материала заготовки, который оставляется для снятия его режущим инструментом в процессе обработки с целью достижения необходимых формы, размеров и качества поверхности. Различают припуски общие и межоперационные.

Под общим припуском понимают весь слой металла, снимаемый на всех стадиях обработки. Межоперационными называют припуски, которые удаляют при выполнении отдельных операций.

Припуск, указываемый «на сторону» (рис. 37, *а*), равен толщине снимаемого слоя. Иногда для цилиндрических деталей припуск указывают «на диаметр» (рис. 37, *б*), т. е. припуск равен двойной толщине снимаемого слоя (это оговаривается в технологических картах).

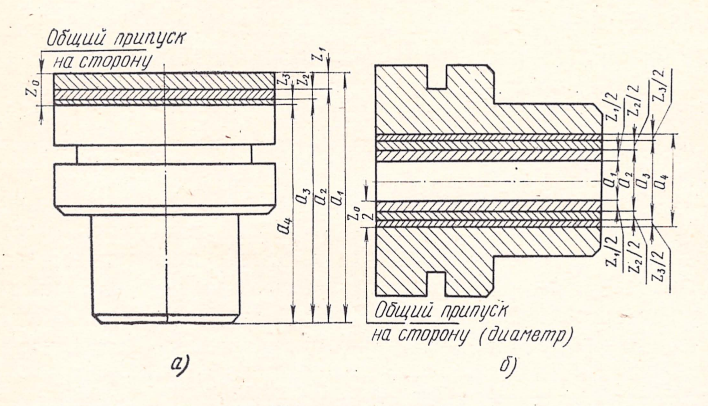


Рис. 37. Припуски на обработку:

а — наружной поверхности (торца), *б* — внутренней поверхности (отверстия); z_1, z_2, z_3 — межоперационные припуски, a_1, a_2, a_3 — межоперационные размеры (диаметры)

Величина припуска оказывает значительное влияние на производительность и себестоимость процесса обработки. Увеличение припуска влечет за собой повышение трудоемкости обработки и расхода абразивных материалов. Поэтому величина припуска должна быть минимальной и зависеть главным образом от размеров доводимой детали и от шероховатости поверхности, полученной на предварительной обработке.

Чем крупнее деталь и грубее предварительная обработка, тем больше припуск. Общий припуск на диаметр под доводку составляет 0,005—0,02 мм, в некоторых случаях до 0,04 мм.

Доводка является окончательным видом отделки поверхности детали, при которой происходит сглаживание микронеровностей. Доводка делится на несколько самостоятельных отделочных операций: черновую — первую доводку, предварительную — вторую доводку и тонкую — третью доводку. Общий припуск снимается при доводке примерно в следующем соотношении: 35% — первой доводкой, 60% — второй доводкой и 5% — третьей доводкой.

§ 36. Понятие о точности обработки деталей

Из-за возникающих в процессе обработки погрешностей изготовить абсолютно точную деталь невозможно.

Точность обработки — это степень соответствия действительного размера размеру, указанному на чертеже. Чем меньше разница между этими размерами, тем выше точность изготовленной детали.

Но не всегда требуется высокая точность обработки всех поверхностей детали. У многих деталей отдельные поверхности совсем не подвергают механической обработке. При этом детали не утрачивают взаимозаменяемости и качество работы их в машине не снижается. Например, нет необходимости точно обрабатывать нерабочие поверхности валов, гусеницы тракторов, ручки рычагов управления. Точная обработка всегда необходима для сопрягаемых поверхностей деталей машин, например наружная поверхность золотника и внутренняя поверхность втулки золотника гидроагрегата, конусное рабочее отверстие корпуса распылителя форсунки и рабочий конус иглы распылителя.

Особо высокая точность предъявляется к рабочим поверхностям измерительных инструментов и приборов, например к измерительным губкам микрометров, поверхностям плоскопараллельных концевых мер длины. Чтобы обеспечить высокое качество машины или прибора, а также взаимозаменяемость деталей, агрегатов, отклонения от размеров, формы и взаимного расположения поверхностей деталей не должны превышать допустимые (указанные на чертеже).

Чем точнее деталь, тем длительнее процесс ее обработки. С другой стороны, недостаточная точность обработки ухудшает качество машины.

Основными причинами погрешностей при доводке деталей являются: неисправность станков (большое биение шпинделей, износ направляющих и т. д.); неточность установки деталей на станке или в приспособлении, неправильное расположение деталей в сепараторе и др.; низкое качество изготовления и неточность установки притира, повышенная изнашиваемость его при работе; деформации обрабатываемых деталей (особенно тонких) и притиров, вызываемые давлением притира на обрабатываемую поверхность; ошибки в измерениях вследствие неточности измерительного инструмента, неправильного пользования им, влияния температуры; ошибка исполнителя работы — доводчика и др.

Чтобы избежать возможных ошибок, вызывающих неточность доводимых деталей, прежде всего надо стараться наладить правильный и своевременный контроль. Перед началом работы должны быть проверены на точность станки и приспособления и в случае надобности произведена правка притиров.

Большое влияние на точность доводимого отверстия оказывает вылет притира, который может вызвать увеличение конусности и овальности. Устраняются эти дефекты правильной настройкой

станка в соответствии с рекомендуемыми вылетами притиров для доводки отверстий.

Точность обработки, которая может быть достигнута в особых, наиболее благоприятных для производства условиях высококвалифицированными рабочими (время на обработку и стоимость ее не лимитируются), называется достижимой точностью.

В производственной практике доводку на станках рекомендуется вести с так называемой экономической точностью.

§ 37. Экономическая точность обработки

Под экономической точностью понимают такую точность, которая получается в нормальных производственных условиях при минимальной стоимости обработки. Под нормальными производственными условиями понимают правильный подбор станка, притира, абразивно-доводочной смеси и др.

Каждому виду механической обработки соответствует определенная экономическая точность. Для черновой токарной обработки тел вращения экономически целесообразная точность соответствует 4—5-му классам. Точность обработки деталей тел вращения по 3-му классу можно получить получистовым, а затем чистовым точением. Однако более экономичным способом достижения этого класса точности является шлифование. Второй и выше классы точности получают тонким шлифованием с последующей доводкой, 1-й класс точности обработки целесообразно получать развертыванием или шлифованием с последующим хонингованием или шлифованием с последующим хонингованием и доводкой.

§ 38. Понятие о качестве обработанной поверхности

Качество обработанной поверхности определяется точностью обработки, шероховатостью и изменением физико-механических свойств поверхностного слоя.

Физические и механические свойства поверхностного слоя изменяются под влиянием давления и температуры, возникающих в процессе обработки. Чем грубее обработка, тем больше глубина измененного слоя.

Качество обработанной поверхности зависит также от свойств обрабатываемого материала и способов механической обработки.

Обработанная поверхность имеет следующие отклонения от теоретической:

макрогеометрические (макронеровности), характеризуемые отклонениями от правильной геометрической формы — овальностью, конусообразностью, бочкообразностью и т. д.;

волнистость поверхности (рис. 38, *а*, *б*), т. е. периодически повторяющиеся возвышения и впадины;

микрогеометрические (микронеровности, рис. 38, *в*, *г*), определяющие шероховатость (негладкость) обработанной поверхности.

Если посмотреть через увеличительное стекло или под микро-

скопом на небольшой участок обработанной поверхности, то можно увидеть на ней неравномерно расположенные неровности (выступы, впадины) и волнистость.

Точность обработки и шероховатость обработанной поверхности в большинстве случаев связаны между собой, т. е. повышение класса точности обработки влечет за собой высокий класс шероховатости обработанной поверхности и, наоборот, низкий класс точности не требует высокого класса шероховатости. Допустимые отклонения от формы и расположения поверхностей либо оговариваются в технических условиях, либо указываются на чертеже детали условными знаками по ГОСТ 2. 309—73.

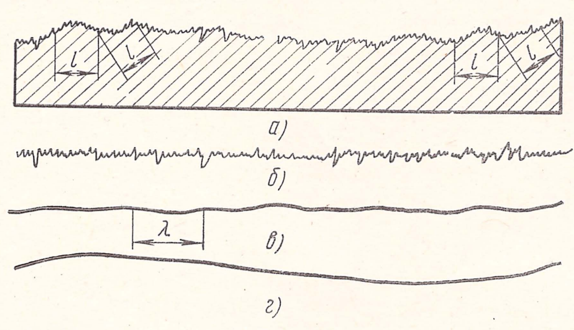


Рис. 38. Виды поверхности:

а — волнистая шероховатая, *б* — волнистая гладкая, *в* — ровная шероховатая, *г* — ровная гладкая

К основным факторам, влияющим на класс шероховатости при доводке, относятся количество и качество абразивно-доводочной смеси и смазочно-охлаждающей жидкости, материал притира и режим абразивной доводочно-притирочной обработки.

При обработке стальных деталей гладкая и ровная поверхность получается при использовании доводочных смесей на основе микропорошков электрокорунда нормального и хромистого. При обработке крупнозернистыми абразивными порошками поверхность получается грубая, на ней появляются отдельные грубые царапины. Чистовую доводку осуществляют тонкими абразивно-доводочными смесями из одной и той же природы микропорошков.

Применение органических растворителей, например керосина, бензина, газойля, не только снижает эффект обработки, но и значительно ухудшает качество обработки. Использование для этих же целей масла несколько снижает съем припуска, но шероховатость обработанной поверхности значительно улучшается и появляется блеск.

§ 39. Стандартизация шероховатости поверхности

Шероховатость поверхности (высота гребешков от предшествующей обработки) деталей машин задается в зависимости от условий их работы в процессе эксплуатации. Как указывалось выше,

16. Классы шероховатости поверхности

Классы шероховатости	Обозначения	Значения параметров, мкм	
		Rz	Ra
1	R_z 320 ∇	320	—
2	R_z 160 ∇	160	—
3	R_z 80 ∇	80	—
4	R_z 40 ∇	40	—
5	R_z 20 ∇	20	—
6	2,5 ∇	—	2,5
7	1,25 ∇	—	1,25
8	0,63 ∇	—	0,63
9	0,32 ∇	—	0,32
10	0,16 ∇	—	0,16
11	0,08 ∇	—	0,08

Продолжение

Классы шероховатости	Обозначения	Значения параметров, мкм	
		Rz	Ra
12	0,04 ∇	—	0,04
13	R_z 0,1 ∇	0,10	—
14	R_z 0,05 ∇	0,05	—

высокий класс точности размеров соответствует небольшим макро- и микронеровностям обработанной поверхности. Имеются и такие детали, рабочие поверхности которых должны иметь высокий класс шероховатости обработки при низкой точности, например дверные ручки, корпуса утюгов. Поверхности таких изделий не подвергают абразивной доводочно-притирочной обработке, а полируют, это и проще и дешевле.

Отделка рабочих поверхностей с целью достижения высокой точности и высокого класса шероховатости сопряжена с резким возрастанием стоимости. При изготовлении деталей 1-го класса точности и 8-го класса шероховатости поверхности зарплата рабочего примерно в 6—8 раз больше, чем при изготовлении деталей, обработанных по 5-му классу точности с шероховатостью обработанной поверхности 5-го класса.

Требуемый класс точности и допустимая шероховатость поверхности обработки устанавливаются конструктором, создающим машину или прибор, и технологом, претворяющим замысел конструктора в материале.

Доводчик-притирщик должен строго придерживаться рекомендаций, разработанных этими специалистами, в противном случае может быть допущен брак в работе.

В настоящее время точность размеров и формы, а также шероховатость обработанной поверхности регламентированы государственными документами — стандартами (ГОСТ).

В соответствии с ГОСТ 2789—73 шероховатость поверхности определяется параметрами Ra — среднее арифметическое отклонение профиля и Rz — высота неровностей профиля по десяти точкам. Основной для классов с 6-го по 12-й считается шкала Ra, для классов с 1-го по 5-й — шкала Rz (табл. 16). Классы шероховатости с 6-го по 14-й разделяются на разряды «а», «б» и «в».

При выполнении доводочно-притирочных работ очень часто играет роль внешний вид детали, т. е. оттенок обработанной поверхности, однако для точных деталей по оттенку судить о качестве обработки нельзя.

§ 40. Понятие о базах

Базой называется исходная поверхность или линия (или их совокупность), которая определяет положение детали при ее работе в машине или при установке на станке. Различают базы конструкторские (основные) и технологические (вспомогательные).

Конструкторскими базами называют такие поверхности или оси детали, которые определяют ее положение относительно других деталей при работе в машине. Конструкторские базы, от которых устанавливают все размеры детали на чертеже, называют основными базами.

Технологическими базами называют такие поверхности детали, которые определяют положение ее при установке на станке или в приспособлении. Технологические базы нужны при изготовлении, поэтому их называют вспомогательными. Они не оказывают влияния на работу детали в машине и используются при обработке заготовки. Например, технологическими базами являются центровые отверстия в валах, специально изготовленные для удобства обработки.

На рис. 39 показаны конструкторские и технологические базы при обработке колеса.

Измерительной базой называется такая поверхность или линия, от которой производят измерения. Удобнее в качестве измерительной базы использовать конструкторскую, так как при этом можно избежать некоторых ошибок.

При выполнении черновых операций механической обработки за базу принимают ровную поверхность, имеющую наименьший при-

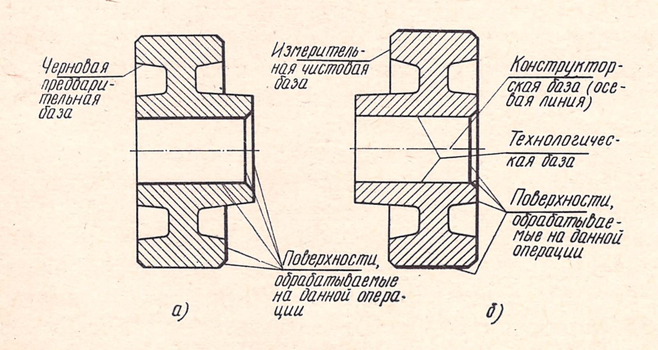


Рис. 39. Базы:
а — при черновой обработке, *б* — при чистовой обработке

пуск (рис. 39, *а*). Окончательную обработку детали рекомендуется вести от чистовых (обработанных) баз (рис. 39, *б*).

В процессе обработки детали возникает необходимость перехода с одних баз на другие. Следует помнить, что такой переход почти всегда связан со снижением точности при базировании, так как к имеющимся погрешностям добавляются погрешности, возникающие при новой установке. Наибольшая точность достигается при постоянстве баз, когда весь процесс обработки ведется от одной базы с одной установки.

§ 41. Краткие сведения о проектировании технологических процессов

Технологический процесс проектируют технологи в цеховых или общезаводских технологических бюро. Исходными материалами для разработки технологического процесса являются: рабочие чертежи деталей и технические условия на их изготовление, чертежи заготовок (отливок, поковок, штамповок), годовая производственная программа выпуска изделий, характеристика оборудования, приспособлений, абразивно-доводочных смесей, притиров и т. д.

При разработке технологического процесса обязательно используют справочную литературу, типовые технологические процессы обработки деталей, опыт передовых предприятий, достижения новаторов производства.

В процессе разработки технологического процесса определяют рациональную форму и размеры заготовки для данной детали, способ обработки и последовательность операций, наиболее подходящие для обработки данной детали станки и приспособления, конструкцию и материал притира, абразивно-доводочные смеси и смазочно-охлаждающие жидкости, режимы обработки. Кроме того, производят техническое нормирование.

Самым ответственным в разработке технологического процесса является назначение баз и установление последовательности обработки — плана операций. При этом рекомендуется большую часть общего припуска снимать на черновых и получистовых операциях, обеспечивая высокое качество обработанной поверхности. Для финишных операций припуск на обработку очень мал. Например, средний общий припуск на доводку равен 0,015 мм.

В отличие от технологических процессов других методов обработки технологический процесс доводки, несмотря на незначительный припуск на обработку, расчленяется на ряд отдельных самостоятельных операций, что связано с высокими требованиями, предъявляемыми к доводке.

В процессе проектирования технологических процессов малопроизводительные операции могут заменяться высокопроизводительными. Например, на передовых предприятиях при доводке деталей топливной аппаратуры вместо черновой доводочной операции внедрена в производство электроискровая обработка.

§ 42. Технологическая дисциплина и порядок внесения рационализаторских предложений

Строгое выполнение технологического процесса, оформленного в технологических картах, т. е. соблюдение технологической дисциплины, является основным законом производства.

Операционная технологическая карта является основным документом производства и ее указания обязательны для всех, участвующих в процессе изготовления деталей, в сборке узлов и машин, а также при испытании машин.

Под технологической дисциплиной подразумевается не только соблюдение последовательности, указанной в операционных технологических картах, но и соблюдение всех технических условий. Строгая технологическая дисциплина обеспечивает нормальный ход производства, высокое качество продукции, высокую производительность труда, уменьшение брака и снижение себестоимости изделий. Нарушение технологической дисциплины ведет к браку в работе и невыполнению программы выпуска изделий.

Технологический процесс любого производства должен постоянно совершенствоваться на базе новых достижений науки и техники. При изготовлении деталей доводка их может осуществляться различными способами с применением различных абразивно-доводочных материалов и притиров при помощи разнообразных механизированных устройств и приспособлений. Однако, как бы хорошо и быстро ни осуществлялась та или иная операция, в ряде случаев можно найти и применить еще лучший, более производительный способ обработки. Это не значит, что можно изменить технологию по собственному желанию. Самовольное изменение технологии может нанести ущерб производству.

Усовершенствование технологического процесса, предложенное доводчиком, должно быть оформлено в виде рационализаторского предложения. После рассмотрения и одобрения усовершенствование вносится в технологическую документацию, т. е. становится частью технологического процесса. На заводах существуют бюро рационализации и изобретательства (БРИЗ). За рационализаторское предложение рабочий (автор) получает денежное вознаграждение, сумма которого зависит от экономии, полученной в результате внедрения в производство рационализаторского предложения.

§ 43. Технологический процесс абразивной доводочно-притирочной обработки

Технологический процесс изготовления любой машины, агрегата, узла включает технологические процессы на изготовление отдельных деталей, сборку (узлов, агрегатов машины), испытания и окраску. Технологический процесс изготовления, например, золотниковой пары топливной аппаратуры состоит из трех отдельных технологических процессов изготовления золотника, гильзы и пригонки золотника по гильзе. В свою очередь технологические про-

цессы расчленяются на ряд самостоятельных отдельных операций.

В технологических операционных картах внесены все необходимые сведения для выполнения доводки. В левом верхнем углу карты помещены данные о заготовке обрабатываемой детали (твердость, материал, наименование и номер детали).

Наиболее важными для доводчика являются указания о том, в каком порядке и с помощью каких притиров, абразивно-доводочных материалов осуществляется обработка, о режимах доводки и времени на обработку. Во многих операционных картах приводятся технические условия на доводку, которые должен выполнять доводчик в процессе работы.

Технологические процессы доводки деталей топливной аппаратуры выполняются в три этапа, схемы их приведены в табл. 17—19. На первом этапе выполняется предварительная доводка, на втором — окончательная. Последним этапом обработки прецизионных пар является пригонка (спаровка), которая в последние годы начинает заменяться селективной (избирательной) сборкой.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоит технологический процесс доводки?
2. Каково основное назначение предшествующих доводке операций?
3. Что называется припуском на обработку?
4. Что понимается под точностью обработки?
5. Что понимается под качеством обрабатываемой поверхности?
6. Что такое база при обработке деталей? Какие вы знаете базы?
7. Какая технологическая документация необходима доводчику для выполнения работы?
8. Что такое технологическая дисциплина?
9. Расскажите о порядке подачи и внедрения рационализаторских предложений.

ГЛАВА VII. ТЕХНОЛОГИЯ АБРАЗИВНОЙ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ НАРУЖНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

§ 44. Методы доводки наружных поверхностей тел вращения

Детали, к качеству поверхностей которых предъявляются высокие требования, подвергаются доводке. К таким деталям относятся иглы распылителей, золотники, измерительные пробки, коленчатые валы и др. Доводка наружных поверхностей тел вращения может осуществляться по методу обкатывания и методу врезания.

При доводке по методу обкатывания обрабатываемая деталь (см. рис. 11) помещается между двумя дисками-притирами, один из которых совершает вращательное движение, а другой — вращение в обратном направлении или остается неподвижным. Помимо этого, в процессе доводки деталь совершает незначительное возвратно-поступательное движение. В результате деталь как бы обкатывается, выполняя при этом сложное движение. Доводка ме-

17. Схема технологического процесса окончательной обработки цилиндрической поверхности деталей типа золотника, плунжера

№ операции	Наименование операции	Оборудование, технологическая оснастка, режимы обработки	Эскиз	Технические требования
5	Предшествующая абразивной доводочно-притирочной обработке—тонкое шлифование	Круглошлифовальный станок ЛЗ-52		Достигается *Rz* 20 мкм. Отдельные глубокие царапины, пригар и другие дефекты не допускаются. Нецилиндричность 0,002, некруглость 0,0015 мм
10	Моечная и сортировочная	Моечная ультразвуковая ванна, контрольный стол, специальная тара		Остатки абразива не допускаются. Рассортированные детали должны быть уложены в специальную тару с сопроводительной документацией
15	Первая доводочная — предварительная	Универсальный двухдисковый доводочный станок ЗБ814, диски-притиры чугунные, многоместный сепаратор, абразивная паста «Харьков-ДМ14», СОЖ «Аромат», Q=0,5 кгс/см², n=90, время обработки 5 мин, пассиметр, марлевые салфетки	10,0015-0,002	Не допускаются глубокие риски; вся поверхность должна иметь однотонную поверхность. Конусообразность на цилиндрической поверхности диаметром 10 мм не более 0,001 мм в любую сторону, овальность—0,001 мм
20	Моечная и контрольная	Моечная ультразвуковая ванна, контрольный стол, специальная тара		Остатки абразивной пасты не допускаются. Контроль выполняется в соответствии с требованиями контрольной карты
25	Вторая доводочная — снятие огранки	Доводочная бабка, чугунное кольцо-притир, абразивная паста «Харьков-ДМ», СОЖ «Аромат», Q = 0,8 кгс/см², время обработки до 3 мин, пассиметр, марлевые салфетки	10,025-0,02	Огранка не более 0,0005 мм, конусообразность не более 0,001 мм в любую сторону, шероховатость обработанной поверхности 10-го класса

30	Моечная ультразвуковая и контрольная	Моечная ультразвуковая ванна, контрольный стол, специальная тара		Остатки абразивной пасты не допускаются. Контроль заполняется в соответствии с требованиями контрольной карты
35	Третья доводочная — окончательная обработка	Универсальный двухдисковый доводочный станок 3Б814, диски-притиры чугунные, многоместный сепаратор, абразивная паста «Харьков-ДМЗ», СОЖ «Аромат», $Q=0,5$ кгс/см², время обработки 4 мин, пассиметр, марлевые салфетки	10,03 -0,02	Конусообразность на цилиндрической поверхности диаметром 10 мм не более 0,002 мм. Вершина конуса должна быть направлена к левому торцу. Овальность 0,0005 мм, непрямолинейность не более 0,001 мм. Цвет обработанной поверхности однотонный, блестящий
40	Моечная, контрольная и приемочная			Контроль выполняется по чертежу или приемочной карте

Примечания. 1. Количество одновременно вводимых в зону резания абразивной пасты и смазочно-охлаждающей жидкости устанавливается опытным путем.

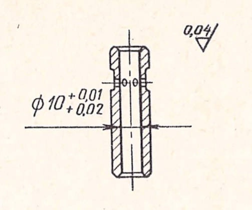
2. Рабочая поверхность притира должна быть ниже не более чем на 1—2 класса шероховатости поверхности, которую необходимо получить при обработке деталей на данной операции.

18. Схема технологического процесса окончательной обработки цилиндрической поверхности деталей типа втулки

№ операции	Наименование операции	Оборудование, технологическая оснастка, режимы обработки	Эскиз	Технические требования
5	Предшествующая абразивной доводочно-притирочной обработке — электроискровая обработка	Электроискровый станок	1,25; $\phi 9,85^{+0,03}$; 1	Достигается Rz 3,2 мкм. Отдельные глубокие раковины не допускаются. Нецилиндричность 0,002, некруглость 0,015 мм

Продолжение табл. 18

№ операции	Наименование операции	Оборудование, технологическая оснастка, режимы обработки	Эскиз	Технические требования
10	Первая доводочная — предварительная	Внутридоводочный многопозиционный вертикальный станок 3821Д, стержень-притир, абразивная паста «Харьков-ДМ14», СОЖ «Аромат», $Q=$ $=0,5$ кгс/см², $v=9,0$ м/мин, время обработки 4 мин, светоскоп, пневморотаметр, марлевые салфетки	0,32 - 0,16; $\phi 9,92^{+0,03}$; 1	Не допускаются глубокие риски, цвет поверхности однотонный. Конусообразность на цилиндрической поверхности диаметром 10 мм не более 0,001 мм, овальность 0,001 мм
15	Моечная и контрольная	Моечная ультразвуковая ванна, контрольный стол, специальная тара		Остатки абразивной пасты не допускаются. Контроль выполняется в соответствии с требованиями контрольной карты
20	Вторая доводочная	Двухшпиндельный горизонтальный станок ХТЗ-ЦНИТА, стержень-притир, абразивная паста «Харьков-ДМ5», СОЖ «Аромат», $Q=0,5$ кгс/см², время обработки до 3 мин, пневморотаметр, светоскоп, марлевые салфетки	0,08; $\phi 10_{-0,025}$; 1	Огранка не более 0,0005 мм, конусообразность не более 0,001 мм в любую сторону. Шероховатость обработанной поверхности Rz 0,26 мкм
25	Моечная и контрольная	Моечная ультразвуковая ванна, контрольный стол, специальная тара		Остатки абразивной пасты не допускаются. Контроль выполняется в соответствии с требованиями контрольной карты

30	Третья доводочная — окончательная обработка Мойка и приемка	Двухшпиндельный горизонтальный станок ХТЗ-ЦНИТА, стержень-притир, абразивная паста «Харьков-ДМ3», СОЖ «Аромат», Q=0,5 кгс/см², v=8,5 м/мин, время обработки 3 мин, пневмоготаметр, светоскоп, марлевые салфетки		Конусообразность цилиндрической поверхности диаметром 10 мм не более 0,002 мм. Вершина конуса должна быть направлена к нижнему торцу. Овальность не более 0,0005 мм, непрямолинейность не более 0,001 мм. Цвет обработанной поверхности — однотонный, блестящий

19. Схема технологического процесса окончательной обработки плиток

№ операции	Наименование операции	Оборудование, притиры, абразивные пасты, СОЖ и режим обработки	Эскиз	Технические условия, обеспечиваемые на данной операции
5	Тонкое шлифование	Плоскошлифовальный станок с магнитной плитой	10+0,5 46	Неплоскостность не более 15 мкм, Rz 2 мкм. Обработанная поверхность — ровная, гладкая, однотонного цвета
10	Входной контроль	Контрольный стол. Микрометр с подставкой, лупа, микроскоп МИС-11		Обработанная поверхность — ровная гладкая, однотонного цвета
15	Первая предварительная — абразивная доводочно-притирочная обработка	Плоскодоводочный однодисковый станок 3806Л, диск-притир чугунный, притертый Rz 2,5 мкм, n=50 об/мин, давление на плиту 0,5 кгс/см², абразивная паста «Харьков-ДМ14» 25 г, СОЖ «Аромат» 5—8 капель, время обработки 4,5 мин		

Продолжение табл. 19

№ операции	Наименование операции	Оборудование, притиры, абразивные пасты, СОЖ и режим обработки	Эскиз	Технические условия, обеспечиваемые на данной операции
20	Моечная	Ультразвуковая моечная установка		Пятна и остатки абразивной пасты не допускаются
25	Вторая предварительная абразивная доводочно-притирочная обработка	Плоскодоводочный однодисковый станок 3806Л, диск-притир стеклянный, n=30 об/мин, давление на плиту 0,5 кгс/см², абразивная паста «Харьков-ДМ5» 25 г, СОЖ «Аромат» 5—9 капель, продолжительность обработки 4 мин	52; 10±0,2	Отдельные царапины не допускаются. Фон отработанной поверхности однотонный с ясно выраженной зеркальностью. Шероховатость обработанной поверхности не ниже Rz 0,25 мкм. Неплоскостность не более 0,0005 мм
30	Моечная	Моечная ванна		Пятна и остатки абразивной пасты не допускаются
	Контроль и приемка плиток			

тодом обкатывания осуществляется на станках типа 3Б814, 3Д817.

Метод врезания, или метод поперечной подачи, принципиально отличается от метода обкатывания. При доводке по этому методу наружных цилиндрических, конических поверхностей и поверхностей резьб обрабатываемую деталь закрепляют в шпинделе бабки или токарного станка. Режущий инструмент (кольцо-притир) надевают на обрабатываемую деталь (рис. 40) и удерживают в процессе доводки с помощью приспособления.

При доводке наружных поверхностей тел вращения по методу врезания деталь совершает вращательное движение, сообщаемое станком, а кольцо-притир — возвратно-поступательное, осуществляемое, как правило, доводчиком вручную. В результате этого любая точка на поверхности обрабатываемой детали совершает относительно кольца-притира сложное движение в виде синусоиды.

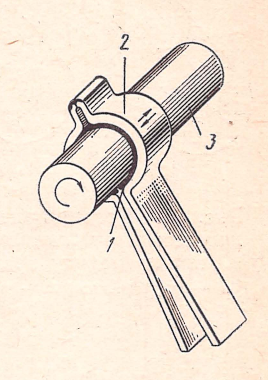


Рис. 40. Абразивная доводочно-притирочная обработка деталей типа вала по методу врезания:
1 — притир, 2 — держатель притира, 3 — обрабатываемая деталь

Для доводки наружных поверхностей тел вращения применяют твердые или жидкие абразивно-доводочные смеси, а в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей—керосин, масла, смесь олеиновой кислоты с керосином и др.

Выполнение на доводочных бабках обработки наружных поверхностей тел вращения требует больших физических усилий и навыка. Доводка на универсальных станках выполняется автоматически. Доводчик только загружает станок деталями, снимает и подвергает их контролю. Для работы на универсальных станках не требуется высокой квалификации рабочего.

§ 45. Притиры для доводки наружных поверхностей тел вращения

Для доводки наружных поверхностей тел вращения применяют кольца-притиры и диски-притиры. Первые представляют собой кольца, рабочей частью которых является внутренняя поверхность отверстия.

Форма отверстия кольца-притира соответствует наружной поверхности обрабатываемой детали. Внутренний диаметр отверстия кольца-притира делается для черновой доводки на 0,1—0,15 мм и для чистовой на 0,03—0,08 мм больше диаметра обрабатываемой цилиндрической поверхности детали.

Черновые кольца-притиры на рабочих поверхностях имеют канавки, а чистовые канавок не имеют. На рис. 41, *а*, *б* показаны некоторые конструкции колец-притиров для доводки наружных поверхностей тел вращения.

Притиры для доводки наружных поверхностей тел вращения представляют собой диски, размеры которых выбирают при доводке на универсальных станках с учетом мощности станка, а при доводке вручную — с учетом размеров обрабатываемой детали. На рис. 42, *а, б* показаны притиры, применяющиеся для доводки иглы распылителя форсунки.

Рабочая поверхность дисков-притиров имеет высокую точность, достигающую 8—10 мкм, и достаточно высокий класс шероховато-

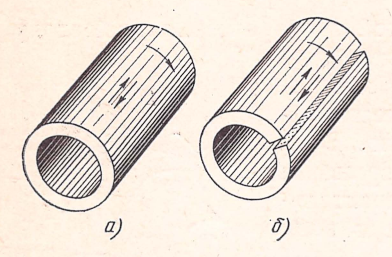


Рис. 41. Кольца-притиры для доводки наружных поверхностей по методу врезания:
а — неразрезное, *б* — разрезное

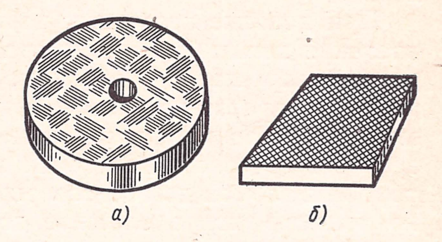


Рис. 42. Притиры для доводки наружных поверхностей тел вращения по методу обкатывания:
а — диск гладкий, *б* — плита с канавками

сти. На рабочей части притиров для черновой доводки делаются канавки, а чистовые притиры канавок не имеют. Притиры для ручной доводки по внешнему виду напоминают бруски или плиты, рабочая поверхность которых делается плоской, выполненной с высокой точностью. Черновые плиты-притиры имеют канавки (двойную насечку), расположенные под углом 30°. Чистовые плиты-притиры делаются гладкими.

§ 46. Приспособления, применяемые при доводке наружных поверхностей тел вращения

При обработке наружных поверхностей тел вращения применяют разнообразные приспособления, которые разделяются на две группы: приспособления для крепления обрабатываемых деталей и приспособления для крепления инструментов.

В группу приспособлений для крепления обрабатываемых деталей входят центры, поводковые хомутики, цанговые оправки, сепараторы.

На рис. 43 показан центр, который используют при доводке длинных валов, например коленчатых. Центр имеет конический хвостовик с конусом Морзе, который входит в коническое отверстие шпинделя, второй конец центра обычно затачивается на конус под углом 60°. Обрабатываемая деталь центровыми отверстиями устанавливается в центрах станка и удерживается на них в процессе обработки.

Благодаря конической форме хвостовика центр входит в гнездо

шпинделя, легко из него вынимается и всегда плотно прилегает к стенкам гнезда.

Поводковый хомутик (рис. 44) представляет собой чугунный диск, навернутый на шпиндель передней бабки. Палец поводкового патрона при вращении шпинделя захватывает хомутик

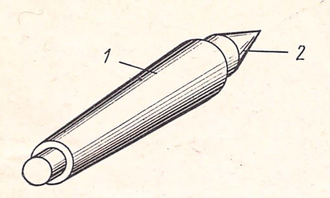


Рис. 43. Центр:
1 — конический хвостовик, 2 — конус

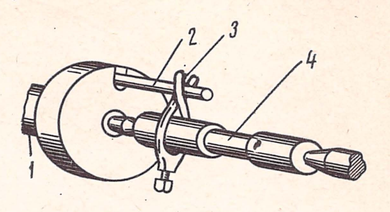


Рис. 44. Поводковый хомутик:
1 — диск, 2 — палец, 3 — хомуток, 4 — обрабатываемая деталь

и вращает его вместе с закрепленной в нем обрабатываемой деталью.

Цанговая оправка (рис. 45), предназначенная для установки и крепления заготовок по наружной обработанной поверхности, состоит из конического хвостовика и цангового зажима. Конический хвостовик служит для поддержания и крепления цангового зажима на станке. Цанговый зажим является главной частью приспособления и состоит из цанги и конической гайки.

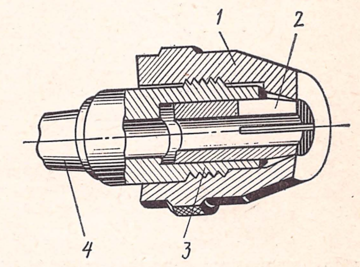


Рис. 45. Цанговая оправка:
1 — коническая гайка, 2 — цанга, 3 — цанговый зажим, 4 — хвостовик

Принцип работы цанговой оправки заключается в следующем. Обрабатываемую деталь вводят в отверстие цанги. При завертывании гайки конус ее действует на цангу, в результате чего деталь зажимается, при отвертывании гайки происходит освобождение детали. При выполнении доводочно-притирочных работ применяют цанги разных конструкций, однако принцип их работы один и тот же.

Для крепления деталей, имеющих наружную поверхность вращения, при доводке на универсальных станках применяют специальные приспособления, называемая сепараторами. На рис. 46 показан общий вид сепаратора, используемого при доводке плунжеров топливных насосов. Сепаратор имеет диск, который опорной втулкой удерживается на станке. Наличие буртика в опорной втулке создает небольшой зазор между диском и притиром. Диск изготовлен из листовой стали в виде круга, имеющего гнезда для деталей. Толщина диска сепаратора всегда бывает немного меньше диаметра обрабывамой детали. Делается это с тем расчетом, чтобы в процессе доводки обрабатывались детали, а диск-сепаратор не касался притиров.

Форма гнезда соответствует форме обрабатываемой детали, размеры его на 0,5—0,9 мм больше размеров детали. Количество гнезд зависит от размеров деталей, но не меньше шести. Например,

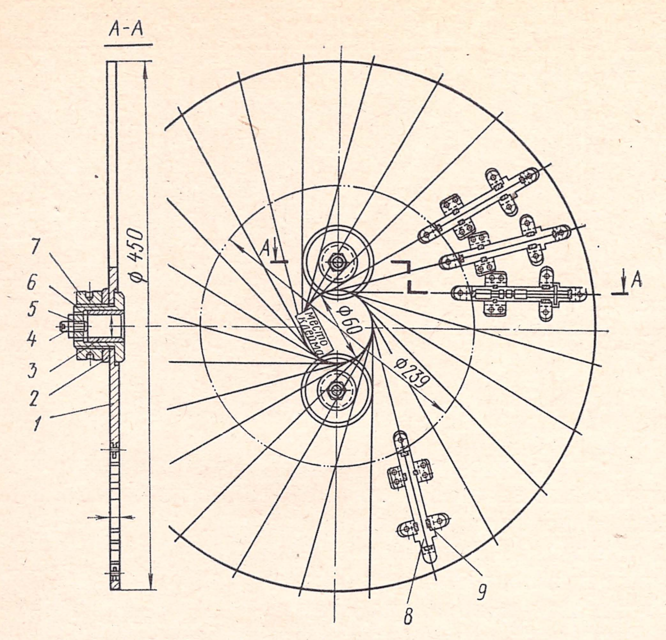


Рис. 46. Сепаратор для обработки плунжеров насосов:
1 — диск, *2* — шайба, *3* — втулка, *4* — винт, *5* — гайка, *6* — опорная втулка, *7* — гайка, *8* — гнездо, *9* — твердосплавная пластина

при доводке иглы распылителя тепловозного дизельного двигателя 2Д100 в сепаратор одновременно укладывают 40 деталей, а при доводке иглы распылителя к тракторному дизельному двигателю КДМ-14 в сепаратор укладывают 80 деталей.

В группу приспособлений для крепления инструментов входят ручные держатели притиров и держатели, предназначенные для крепления притиров на станке. При обработке наружных поверхностей тел вращения используют разнообразные держатели, однако принцип работы их и назначение одни и те же.

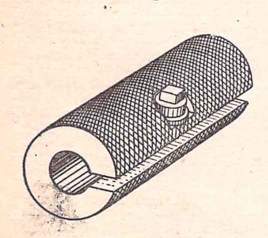


Рис. 47. Держатель втулок-притиров

По внешнему виду держатель (рис. 47) напоминает втулку с разрезом, позволяющим регулировать зажим притира в державке. Зажимается притир винтом, который в целях безопасности работающего не должен выходить за наружную поверхность держателя.

Для лучшего удержания притира в руке наружная поверхность держателя имеет насечку (рифление). При доводке некоторых деталей, например шеек коленчатого вала, применяют

хомутики. На предприятиях Сельхозтехники Министерства сельского хозяйства СССР применяют хомутики при доводке в условиях индивидуального производства и при ремонте.

При креплении таким хомутиком разрезной втулки-притира усилие зажима сосредоточено в одной точке, что может привести к искажению формы отверстия притира, поэтому работать с такими притирами следует осторожно.

Для выполнения особо точной доводки наружных цилиндрических поверхностей прецизионных пар топливной аппаратуры дизельных двигателей и авиационных агрегатов очень удобен держатель, подобный показанному на рис. 47.

§ 47. Режим обработки наружных поверхностей тел вращения

Режим абразивной доводочно-притирочной обработки наружных поверхностей тел вращения характеризуется давлением притира на обрабатываемую поверхность, скоростью передвижения притира, количеством смазки и абразивно-доводочного материала и продолжительностью обработки.

Давление притира на обрабатываемую поверхность оказывает существенное влияние как на качество, так и на производительность процесса обработки. При этом повышение давления притира на обрабатываемую поверхность целесообразно до установленного опытом оптимального предела, после которого производительность и качество обрабатываемой поверхности снижаются. Это объясняется тем, что при очень высоких давлениях притира происходит интенсивное раздробление абразивно-доводочного материала, осколки которого оставляют глубокие царапины и даже задиры на обрабатываемой поверхности.

При обработке наружных поверхностей тел вращения давление притира на обрабатываемую поверхность должно быть от 1 до 3,0 кгс/см^2. При этом, как показывает практика, бóльшее давление следует давать при черновых доводках, а мéньшее — при чистовых. При выборе давления необходимо учитывать прежде всего физико-механические свойства твердых составляющих абразивно-доводочных материалов.

Скорости движений. Доводка наружных поверхностей тел осуществляется сложным движением, состоящим из быстрого вращательного движения одного или двух дисков-притиров, вращения сепаратора и возвратно-поступательного движения сепаратора относительно диска-притира. Предварительную и грубую доводки ведут на сравнительно высоких скоростях, а окончательную и тонкую — на низких.

Окружные скорости движений могут колебаться в широком диапазоне: при машинно-ручной доводке от 4,4 до 150 м/мин, а при машинной от 10 до 300 м/мин и более. Вращение сепаратора осуществляется в основном благодаря трению деталей о диски-притиры. Возвратно-поступательное движение при доводке валов на большинстве станков достигается за счет эксцентриситета.

Величина эксцентриситета сепаратора и расположение в нем гнезд для обрабатываемых деталей таковы, что траектории движения деталей при обработке перекрывают всю рабочую поверхность двух дисков-притиров. В результате достигается равномерный износ дисков-притиров и обеспечивается более высокая точность обработки. Опыт показывает, что лучшее качество доводки деталей диаметром 6—10 мм достигается при угле наклона гнезда к радиальному направлению 15° и эксцентриситете 5—7 мм.

§ 48. Полумеханическая доводка

При доводке наружных поверхностей тел вращения на доводочных бабках обрабатываемую деталь крепят в цанге, которая получает вращательное движение от шпинделя станка. Возвратно-поступательное движение притира осуществляется вручную, т. е. доводчик двигает притир рукой в осевом направлении назад и вперед. Этот метод находит применение в единичном и мелкосерийном производствах.

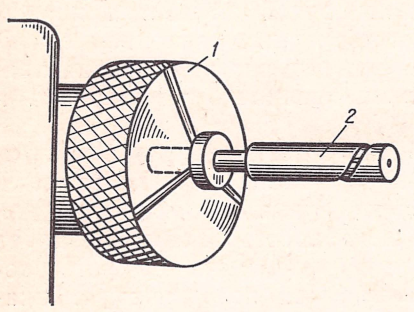


Рис. 48. Крепление деталей при полумеханической доводке на доводочной бабке:
1 — цанга, *2* — деталь

На рис. 48 показано крепление плунжера насоса форсунки на доводочной бабке при удалении огранки. Притир при этом удерживается специальной оправкой. При доводке круглых деталей удержание притиров в процессе обработки может осуществляться непосредственно рукой или держателями различных конструкций.

Обработка наружных поверхностей тел вращения на доводочных бабках выполняется в такой последовательности:

установка, проверка на биение и закрепление детали на станке;
подбор и крепление кольца-притира в держателе;
настройка станка;
нанесение абразивно-доводочных материалов на притир;
полумеханическая доводка детали;
промывка и контроль качества обработки.

На многих авторемонтных предприятиях доводку шеек коленчатого вала выполняют на токарных станках, закрепляя вал при помощи центров и поводковых хомутиков.

На рис. 49 показан станок для доводки пробковых кранов. Этот станок широко используется в практике судоремонта. Он прост по конструкции, состоит из стола *9*, корпуса *3* с вращающимися в нем на подшипниках цанговым зажимом *4*. Вращение обрабатываемая пробка получает от электродвигателя *1* через предохранительное устройство *8*. Пробка при доводке зажимается с помощью пневмоцилиндра *2*, где рабочее давление составляет 4—5 кгс/ см², и зажи-

ма *5*. Перед притиркой пробковых кранов на вращающуюся пробку *6* наносится абразивно-доводочная смесь. Затем на пробку надевается притираемый корпус крана *7*. Для равномерного распределения пасты по притираемой поверхности корпусу придается возвратно-поступательное и возвратно-вращательное движения.

Контроль за качеством притирки осуществляется визуально. Притираемые поверхности промывают или протирают в нескольких местах кусочком резины.

Для обработки наружных поверхностей тел вращения на доводочных бабках и токарных станках используют кольца-притиры,

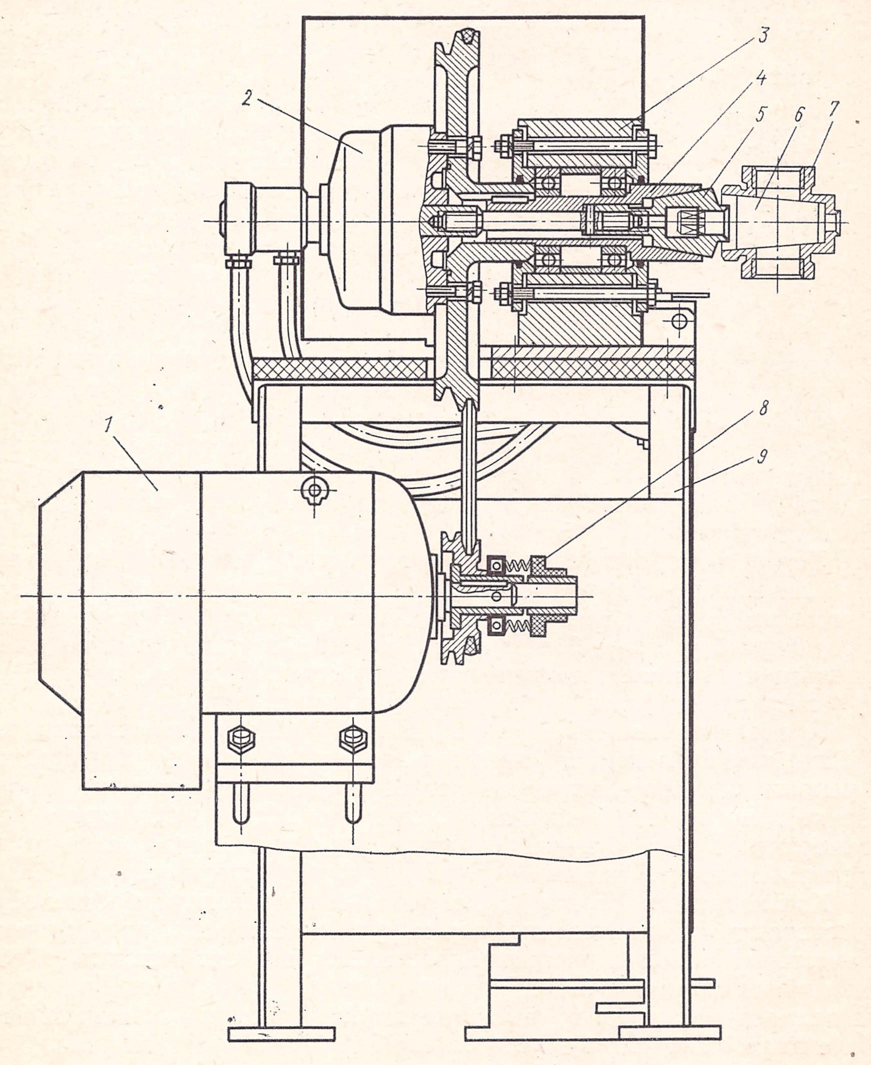


Рис. 49. Способ притирки пробковых кранов по опыту Балтийского судоремонтного завода

форма и размеры которых зависят от особенностей обрабатываемой поверхности и требуемого качества обработки. Для предварительной доводки применяют кольца-притиры с канавками, а для чистовой доводки — такие же кольца-притиры, но гладкие.

Доводку наружных резьб выполняют резьбовыми притирами, профиль и размеры которых соответствуют профилю и размерам резьбы на обрабатываемых деталях.

При обработке наружных поверхностей тел вращения на доводочных бабках отклонения от геометрической формы (некруглость, нецилиндричность) зависят от степени нагрева обрабатываемой детали, скорости передвижения притира и положения притира (перекосы, вылеты) в процессе обработки.

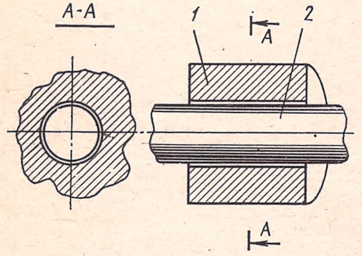


Рис. 50. Правильное положение притира при доводке валов: 1 — притир, 2 — обрабатываемая деталь (вал)

Для уменьшения нагрева обрабатываемой детали обработку ведут на оптимальных скоростях. Кроме того, периодически вводят в зону резания смазочно-охлаждающие жидкости.

Фактором, оказывающим решающее влияние на точность геометрической формы при доводке наружных поверхностей тел вращения вручную, является положение (ориентировка) притира. На рис. 50 показано правильное положение притира при доводке валов. Если притир при доводке будет иметь частичный, а не полный контакт, то будет происходить съем металла только в месте контакта, обработанная поверхность будет иметь дефекты.

Устраняются эти дефекты только местной доводкой. Например, при выведении конусности на наружной цилиндрической поверхности новый слой абразивно-доводочных материалов наносят на утолщенный участок. Затем притир помещают так, чтобы он имел контакт с обрабатываемой поверхностью только в зоне дефекта, и снимают слой металла для устранения конусности.

Продолжительность местной доводки зависит от величины дефекта, для приведенного примера это значит, что чем больше конусность, тем больше времени потребуется на ее устранение (выведение). После устранения конусности необходимо «освежить» всю поверхность обрабатываемой детали, что выполняется более крупнозернистыми порошками или пастами, чем выведение.

Как известно, доводку на доводочных и приводных бабках осуществляют малопроизводительным ручным способом, при котором качество обработки и производительность зависят главным образом от навыка доводчика. Доводочно-притирочные работы вручную выполняет, как правило, высококвалифицированный доводчик. Работа этим способом требует большого физического напряжения от рабочего. Поэтому на смену ручному труду пришла механическая доводка на универсальных станках.

§ 49. Машинная доводка

Наиболее совершенным и производительным процессом доводки наружных поверхностей тел вращения является процесс обработки на универсальных доводочных станках (рис. 51). В отличие от доводки на доводочных бабках обработка на универсальных станках выполняется по полуавтоматическому или автоматическому циклу, а доводчик, главным образом, загружает станок деталями, разгружает его и осуществляет контроль качества обработки.

Доводку цилиндрической поверхности на универсальном доводочном станке выполняют в такой последовательности:

проверяют точность притирочных дисков и при необходимости правят их;

наносят на притирочные диски абразивно-доводочные смеси, соответствующей зернистости (марки);

укладывают обрабатываемые детали в сепараторы;

настраивают станок;

осуществляют механическую доводку;

удаляют абразивно-доводочные смеси с обработанных деталей;

промывают детали и проверяют качество обработки.

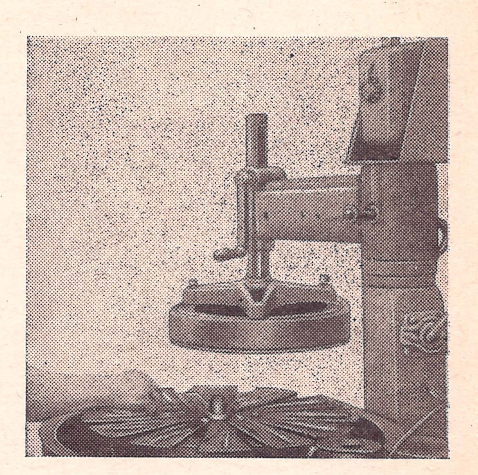


Рис. 51. Рабочий момент доводки деталей на универсальном доводочном двухдисковом станке

При доводке наружных поверхностей тел вращения на универсальных станках точность формы обрабатываемых деталей зависит от точности дисков-притиров и положения детали в процессе доводки (возможны перекосы).

Как известно, в процессе длительной работы точность дисков-притиров снижается, особенно при выполнении операций со снятием больших припусков, поэтому важно своевременно править диски-притиры. В настоящее время притиры правят главным образом по методу трех плит с использованием специальных приспособлений. На рис. 52 показано устройство приспособления для правки дисков-притиров с точностью до долей микрона (0,0004 мм).

Диски-притиры, установленные на станке, правят следующим образом. На рабочую поверхность нижнего диска-притира наносят ровный тонкий слой абразивно-доводочной смеси. В качестве абразивно-доводочных смесей используют пасту МАС-М14 для предварительной правки, а для окончательной правки пасту МАС-М7. В качестве смазки применяют керосин, скипидар и др. На смазанный нижний диск-притир накладывают чугунную плиту, слегка

смазанную с нижней стороны абразивно-доводочной смесью, а с верхней — смазкой. Затем крепят чугунную плиту приспособления, сцентрировав ее по оси нижнего диска-притира. Опускают верхний диск-притир и станок подготовлен к правке.

Вначале правят нижний диск-притир, при этом он вращается электродвигателем, а доводчик двигает возвратно-поступательно чугунную плиту вручную.

После того как абразивно-доводочные смеси придут в негодность, правку нижнего диска-притира прекращают и приступают к правке верхнего диска-притира. Для этого на доводочный станок устанавливают центрирующее кольцо, а на кольцо — чугунную плиту приспособления. В таком положении чугунная плита свободно лежит на выправленном нижнем диске-притире, т. е. приспособление подготовлено для правки верхнего диска-притира. Правка верхнего диска-притира осуществляется аналогично правке нижнего.

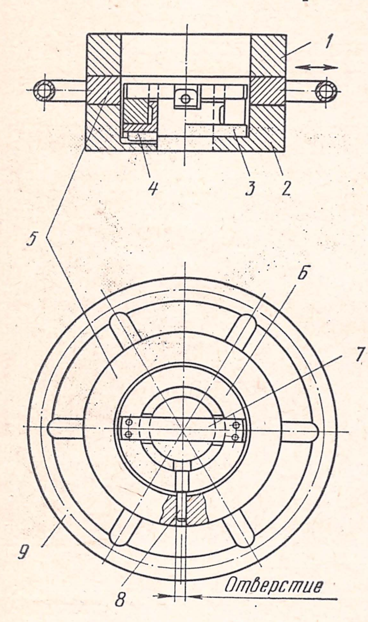


Рис. 52. Устройство приспособления для правки дисков-притиров:

1 — верхний притир, 2 — нижний притир, 3 - центрирующая втулка, 4 — шпонка, 5 — плита, 6 — кольцо, 7 — призматический поводок, 8 — палец, 9 — маховичок

По окончании правки верхнего диска-притира чугунную плиту и приспособление снимают со станка, верхний и нижний диски-притиры подвергают взаимной притирке. Этим заканчивается первый цикл правки. Контролируют выправленные диски-притиры последовательным прикладыванием лекальной линейки в нескольких местах к поверхности каждого из притиров.

При втором цикле сначала осуществляют местную правку поверхности (чаще вручную), затем аналогично первому циклу выполняют общую правку дисков-притиров (третий цикл). Если диски-притиры выправлены достаточно точно, то приложенную к ней в любом месте лекальную линейку можно легко повернуть.

Приведенным методом правят диски-притиры на станке 3А814, но это приспособление для правки можно использовать и на других станках аналогичной конструкции.

После правки диски-притиры шаржируют следующим образом. На рабочие поверхности дисков-притиров наносят тонкий равномерный слой абразивно-доводочных материалов, затем опускают верхний притир на нижний и включают станок на 5—15 мин. В результате в рабочие поверхности притиров втирается большое количество абразивных зерен, т. е. притиры несколько будут напоми-

нать шлифовальную шкурку, хотя невооруженным глазом это заметить невозможно. Шаржированные притиры имеют однотонный матовый цвет. При обработке деталей на универсальных доводочных станках наиболее удаленные от оси вращения точки имеют высокие скорости по сравнению с точками, расположенными ближе к оси вращения. Под действием центробежных сил в местах, удаленных от оси вращения, происходит скопление крупных зерен. В результате на периферии поверхности будет происходить более интенсивный съем металла. Это в конечном итоге приводит к возникновению конусности. Для устранения погрешности обработки, заключающейся в образовании конусности на цилиндрических деталях, детали укладывают в гнезда сепаратора, расположенные под углом от 5 до 30° к радиусу самого сепаратора. Кроме того, особо точные детали рекомендуется в процессе доводки переукладывать, т. е. менять местами в сепараторе. На рис. 53 показан момент переукладки деталей при доводке.

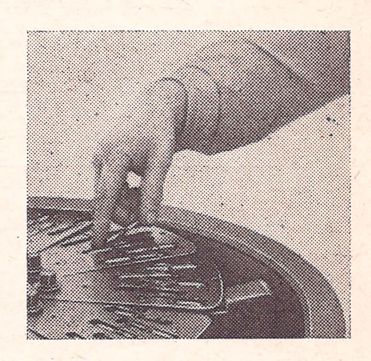


Рис. 53. Момент переукладки деталей плунжера насоса-форсунки при доводке

Другим важным фактором, снижающим погрешность доводки, является правильное расположение (больших и меньших по диаметру) деталей по окружности. Доводку круглых деталей высокой точности (до 0,001—0,003 мм) осуществляют по методу ведущих деталей, хорошо зарекомендовавшему себя при окончательной доводке игл распылителей, золотников, плунжеров, насосов и других деталей.

Сущность этого метода заключается в том, что три детали, диаметр которых превышает диаметр остальных на 1—2 мм, располагают в гнездах сепаратора через 120°. Рабочая поверхность верхнего диска-притира равномерно давит на все три ведущие детали. По мере уменьшения размера ведущих деталей верхний диск-притир начинает касаться остальных деталей. В результате происходит равномерный съем металла со всех поверхностей деталей и исправление геометрической формы благодаря отсутствию вибрации в процессе доводки. Кроме того, рабочие поверхности дисков-притиров истираются более равномерно, а на обрабатываемых деталях значительно уменьшается непрямолинейность (волнистость) образующих.

Продолжительность обработки партии деталей на универсальных доводочных станках определяется многими факторами: величиной припуска, режимами обработки, видом и маркой абразивно-доводочной смеси. В среднем доводятся детали в течение 4—5 мин.

При доводке цилиндрических поверхностей на универсальных станках можно достигнуть точности до 0,0001 мм, а шероховатость обработанной поверхности — до Rz 0,05 мкм.

§ 50. Причины брака и меры его предупреждения

Основными причинами брака при доводке наружных поверхностей тел вращения являются нарушение установленных приемов и правил обработки, неправильный выбор абразивно-доводочных материалов, несвоевременная правка притиров, неправильное положение притира в процессе доводки (при ручной доводке), невнимательность рабочего и т. д. В табл. 20 приведены некоторые виды и причины брака, которые могут возникнуть при доводке наружных поверхностей тел вращения, а также меры его предупреждения.

Причиной возникновения брака является также неправильное применение измерительного инструмента, дающее неверный результат, неосторожное обращение с обработанными деталями.

20. Виды и причины брака при доводке наружных поверхностей тел вращения и меры его предупреждения

Вид брака	Причины брака	Меры предупреждения
Искажение формы (некруглость, овальность, нецилиндричность)	Неправильное положение притира при ручной доводке	Не допускать неполного контакта притира с обрабатываемой поверхностью. Обеспечить оптимальное и равномерное давление притира на обрабатываемую поверхность
Глубокие царапины на обрабатываемой поверхности	Применение крупнозернистых абразивно-доводочных смесей	Осуществлять постепенный переход от крупнозернистых к мелкозернистым абразивно-доводочным смесям. Применять абразивно-доводочные смеси только по указанию технологов
Отдельные риски, царапины, задиры	Дробление абразивных зерен, слишком длительная доводка	Осуществлять доводку только в пределах установленной продолжительности обработки
Конусность в отдаленных от центра местах деталей	Неправильная укладка деталей в сепараторе. Слишком высокие окружные скорости вращения дисков-притиров	Гнезда под детали в сепараторе должны быть расположены под углом 5—30° к радиусу сепаратора. Менять детали местами в процессе доводки. Не допускать высоких окружных скоростей

Контрольные вопросы

1. Какие Вы знаете методы доводки наружных поверхностей тел вращения?
2. Как и на каких станках осуществляют доводку наружных поверхностей тел вращения?
3. Что представляют собой притиры для доводки деталей типа вала?
4. Как устроены приспособления для доводки наружных поверхностей тел вращения?
5. К чему приводят высокие окружные скорости и давления притира при доводке?
6. В чем заключается преимущество машинной доводки и на каких станках ее выполняют?
7. В какой последовательности осуществляют правку притира?
8. Какие бывают причины брака и меры их устранения при доводке наружных поверхностей тел вращения?

ГЛАВА VIII. ТЕХНОЛОГИЯ АБРАЗИВНОЙ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

§ 51. Особенности доводки отверстий

При обработке наружных поверхностей тел вращения на доводочных станках по методу обкатывания размеры притира не зависят от диаметра обрабатываемой детали, притир выбирают в зависимости от размеров и мощности станка. При доводке же отверстий размеры притиров всегда определяются размерами обрабатываемого отверстия.

Искажение формы притира при доводке отверстия передается на обрабатываемую поверхность. Поэтому притиры для доводки

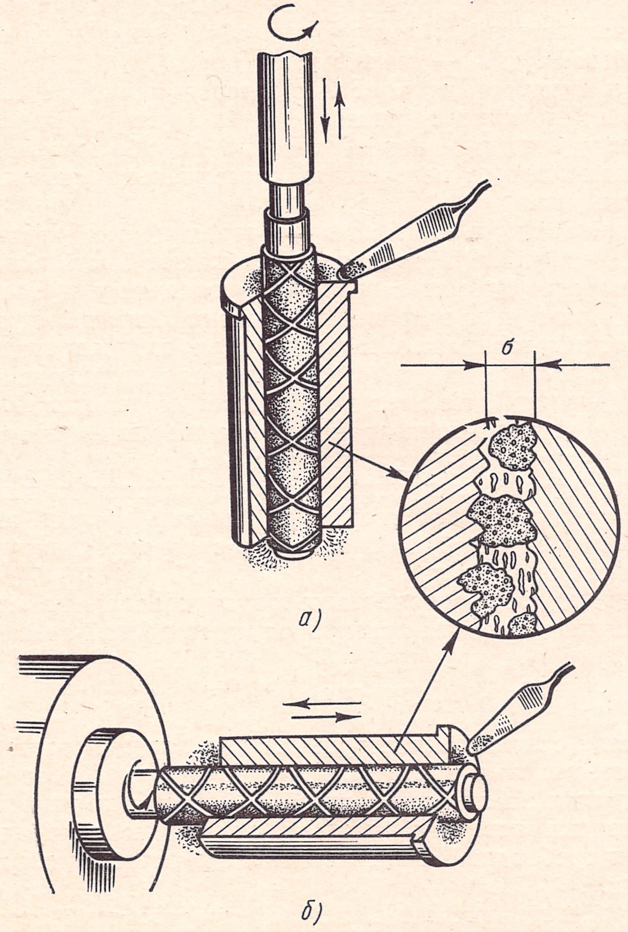


Рис. 54. Положение притира при доводке:
а — на вертикальных станках, *б* — на горизонтальных станках

отверстия тщательно подбирают (рис. 54, *а, б*), связывая выбор с зернистостью абразивно-доводочного материала.

Размеры притиров для предварительных операций делаются в среднем на 0,028 мм меньше диаметра обрабатываемого отверстия, а для окончательных операций меньше на 0,005 мм (эти зазоры выбраны опытным путем). Практика показывает, что при малых зазорах притир часто заклинивает, что является основной причиной брака при доводке отверстия.

Большие зазоры, вызывая погрешности формы, резко снижают интенсивность процесса доводки. При большом зазоре снижается интенсивность процесса доводки и разбивается отверстие.

Давление притира на обрабатываемую поверхность зависит от зазора, оно должно быть постоянным, равномерным и одинаковым по всей поверхности.

Практически очень трудно обеспечить равномерный прижим всех участков притира к поверхности обрабатываемого отверстия, а в некоторых случаях — невозможно.

Большую трудность при доводке отверстий представляет удаление стружки и продуктов брикетирования из зоны резания. Малые зазоры между притиром и поверхностью обрабатываемого отверстия вызывают нагрев детали, что отрицательно сказывается на процессе доводки.

Меньшая твердость притира по сравнению с обрабатываемым материалом и абразивными зернами вызывают быстрый износ притира. Уменьшение диаметра притира и увеличение диаметра обрабатываемого отверстия в процессе обработки вызывают увеличение зазора, что является нежелательным. Для предотвращения этого нежелательного явления процесс доводки расчленяют на несколько отдельных операций, что дает возможность постепенно, по мере износа притира и увеличения диаметра обрабатываемого отверстия, сменой притиров с целью уменьшения зазора обеспечить увеличение удельного давления притира на обрабатываемую поверхность. Таким образом, доводка отверстий, особенно малых диаметров, является более сложной по сравнению с доводкой наружных поверхностей тел вращения.

В последние годы разработаны внутридоводочные станки, на которых разжим стержня-притира осуществляется автоматически.

§ 52. Притиры для доводки отверстий

В качестве основного инструмента для доводки отверстий применяются стержневые притиры, главной частью которой является втулка, сидящая на оправке. Устройство, форма и размеры притиров для доводки отверстий зависят от формы обрабатываемого отверстия и требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности.

По устройству притиры для доводки отверстий делят на две группы — нерегулируемые, или неразжимные, и регулируемые, или разжимные.

Нерегулируемые притиры не имеют разжимных устройств и наружный диаметр их в процессе доводки не может быть увеличен. Такие притиры очень просты по конструкции и применяются главным образом для доводки отверстий малых диаметров. В группу нерегулируемых притиров (рис. 55, *а*) входят также притиры для доводки конических отверстий и резьбовые притиры.

Регулируемые притиры (рис. 55, *б*) имеют разжимное устройство и наружный диаметр их может быть увеличен в процессе доводки. Разжимные притиры широко применяют для доводки цилиндрических отверстий диаметром более 15 мм. Разжимное

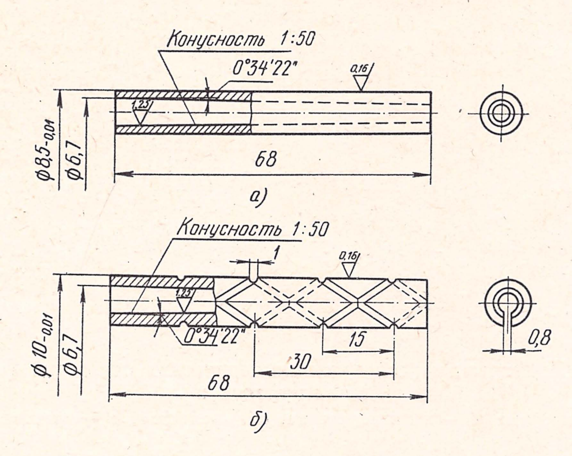


Рис. 55. Притиры для доводки отверстий:
а — нерегулируемая втулка без канавок, *б* — регулируемая втулка с канавками

устройство позволяет очень точно отрегулировать притир по диаметру обрабатываемого отверстия.

Наружный диаметр втулки притира в зависимости от зернистости применяемых абразивно-доводочных материалов делают на 0,005—0,015 мм меньше диаметра обрабатываемого отверстия. Длина втулки притира должна быть на 30—60% больше глубины обрабатываемого отверстия.

Наружная поверхность втулки притира может быть гладкой или с различного вида канавками. Притиры с гладкой поверхностью применяют для окончательной доводки, а притиры с канавками — для предварительной.

На рис. 56 показаны притиры с различного вида канавками для доводки цилиндрических отверстий. Канавки на рабочих поверхностях притира выполняют роль резервуаров, в которых удерживаются абразивно-доводочные материалы. Задерживающиеся в канавках абразивно-доводочные смеси в процессе доводки постепенно вступают в работу. Это явление благоприятно сказывается на ходе обработки. Вместе с тем притиры с двойными канавками (рис. 56, *а*) обладают некоторым недостатком: если в зону доводки не вводить

смазывающих веществ или новых абразивно-доводочных смесей, то в канавках задерживается стружка и загустевшие абразивно-доводочные смеси, в результате чего качество обработки снижается.

Высокие результаты показывают притиры, имеющие так называемые эксцентриковые канавки (рис. 56, *б*). Эффективны прити-

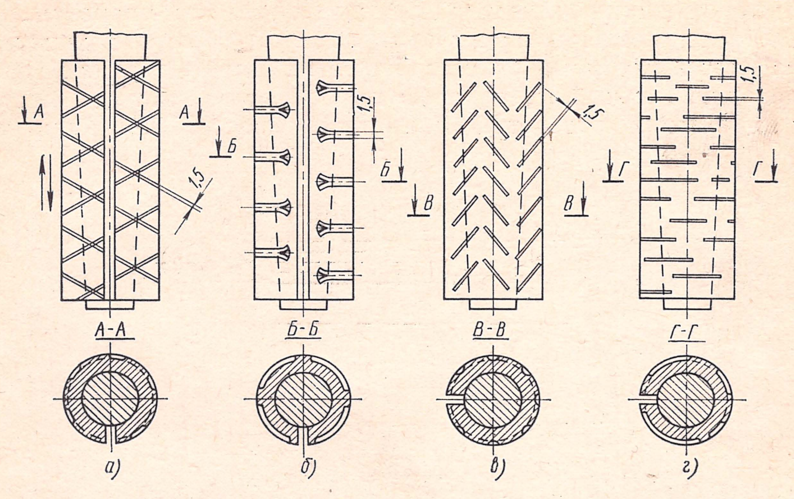


Рис. 56. Притиры для доводки цилиндрических отверстий (виды канавок притира):
а — двойные, *б* — эксцентриковые, *в* — «елочка», *г* — «шахматка»

ры, показанные на рис. 56, *в*. На некоторых заводах применяются притиры, имеющие канавки типа «шахматка» (рис. 56, *г*).

§ 53. Способы доводки отверстий

Доводку отверстий осуществляют двумя способами: при помощи промежуточного инструмента — притира и взаимной доводкой сопрягаемых поверхностей.

На рис. 57 показана схема доводки отверстий при помощи притира. На поверхность притира наносят абразивно-доводочные смеси (шаржируют), после чего притир вводят в обрабатываемое отверстие.

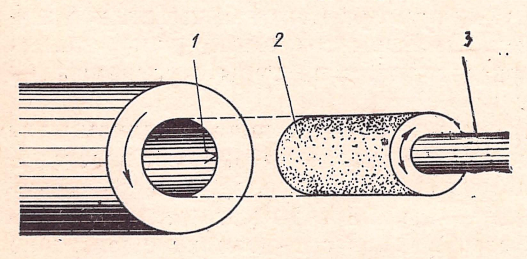


Рис. 57. Схема доводки отверстия притиром:
1 — обрабатываемая поверхность, *2* — притир, *3* — оправка притира

При помощи притиров обрабатывают отверстия с большим припуском на доводку. Процесс доводки расчленяют на самостоятельные операции (черновые, получистовые, чистовые).

Во многих случаях до-

водка отверстий притиром не может обеспечить требуемое качество обработанной поверхности, поэтому выполняют еще взаимную доводку сопрягаемых деталей тонкими пастами, наносимыми на рабочие поверхности деталей.

Доводку притирами выполняют как на доводочных бабках, так и на внутридоводочных станках, а спаровку — исключительно на доводочных бабках.

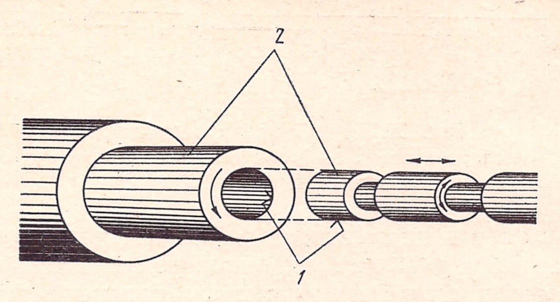


Рис. 58. Схема взаимной доводки (спаровка):
1 — обрабатываемая поверхность, *2* — сопрягаемые детали

Процесс спаровки заключается в следующем (рис. 58). Одну из сопрягаемых деталей крепят в цанге доводочной бабки (обычно это втулка), а на другую (вал) наносят тонкий слой пасты, после чего выполняют доводку в таком же порядке, как и доводку притиром. Ведение спаровки требует от доводчика больших навыков в работе, осторожности и внимательности.

При доводке притирами (в отличие от процесса спаровки) применяют крупнозернистые абразивно-доводочные смеси и большие удельные давления на притир.

§ 54. Вспомогательные инструменты и приспособления для закрепления деталей

Приспособлениями для доводки деталей на станках называют дополнительные устройства, необходимые для установки и закрепления инструмента и обрабатываемых деталей на станках. В отличие от приспособлений, предназначенных для закрепления обрабатываемых деталей, устройства для установки и закрепления притиров называют вспомогательными инструментами. Приспособления для закрепления обрабатываемых деталей, притиродержатели, притиры и мерители, используемые при доводке отверстий, составляют технологическую оснастку.

Притиродержатели. Широко применяются ручные притиродержатели, у которых компенсация на износ рубашки отсутствует, поэтому при обработке каждой детали с целью возобновления работоспособности притира приходится периодически по мере его износа и снятия слоя металла (увеличения зазора) останавливать

станок и подналаживать его «на размер». На рис. 59 показана простейшая конструкция широко применяемого быстросменного притиродержателя.

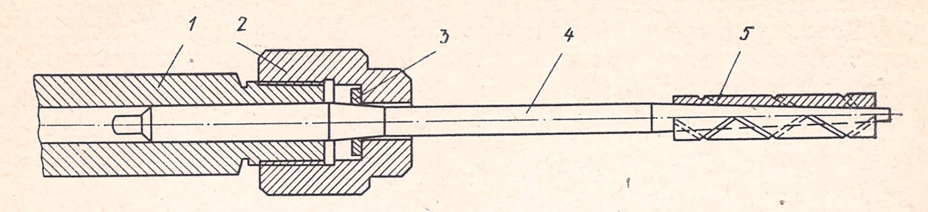


Рис. 59. Ручной притиродержатель:
1 — оправка, 2 — втулка с конусом, 3 — зажимная гайка, 4 — конический стержень для крепления притира, 5 — притир

Более современными являются держатели притиров с гидравлическим механизмом разжима (гидропластом, пневматикой, рис. 60). При перемещении штока повышается давление гидропласта и за счет деформации ослабленных стенок осуществляется разжим рубашки притира на диаметральную величину до 0,5 мм.

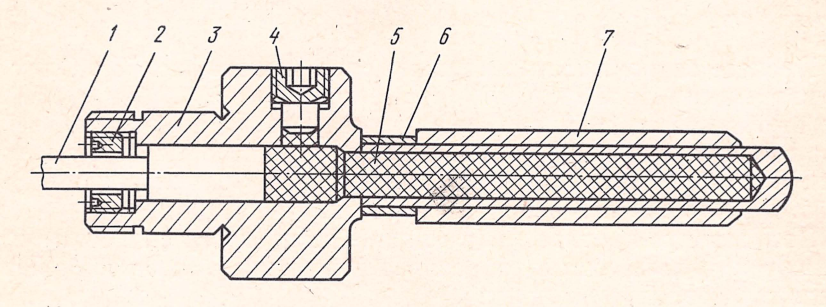


Рис. 60. Притиродержатель с гидропластом:
1 — шток, 2 — гайка, 3 — корпус притиродержателя, 4 — пробка, 5 — гидропластовый сердечник, 6 — втулка, 7 — притир

Разработаны притиродержатели (оправки) с полуавтоматическим или автоматическим разжимом рубашки притира на размер. Кроме того, такие притиродержатели связаны с устройством, прекращающим обработку после снятия притиром определенного припуска и доводки детали до заданного размера. Устройство такого рода требует предварительной установки по кольцу-калибру рубашки притира, после чего по реле времени происходит обработка с автоматическим разжимом рубашки притира.

На рис. 61 показан притиродержатель смешанной конструкции, принцип работы которого аналогичен принципу работы хонинговальной головки. В отличие от последней абразивные бруски заменены металлическими секторами, составляющими притир. Грубый разжим секторов притира осуществляется за счет передвижения центрального сердечника. Постоянный поджим секторов притира

обеспечивается пружиной, что создает как бы плавающее положение их. Притиродержатели смешанной конструкции применяются при доводочно-притирочных работах для обработки деталей больших диаметров (свыше 20 мм).

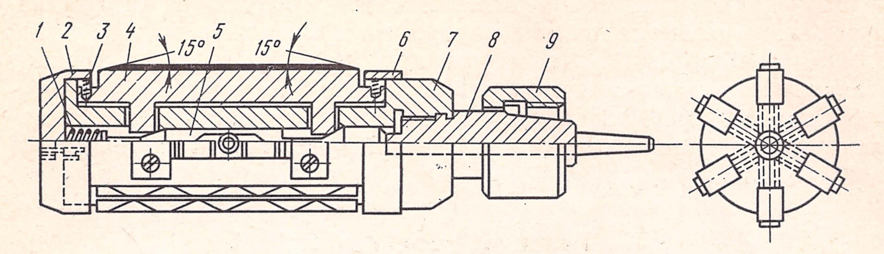


Рис. 61. Притиродержатель смешанной конструкции:
1 — силовая пружина, *2* — крышка, *3* — пружина, *4* — сегмент притира, *5* — сердечник центральный, *6* — кольцо, *7* — корпус, *8* — хвостовик, *9* — гайка

Приспособления для закрепления деталей. При доводке отверстий применяют различные приспособления для закрепления деталей. Особенностью этих приспособлений является возможность самоустановки обрабатываемой поверхности по отношению к притиру.

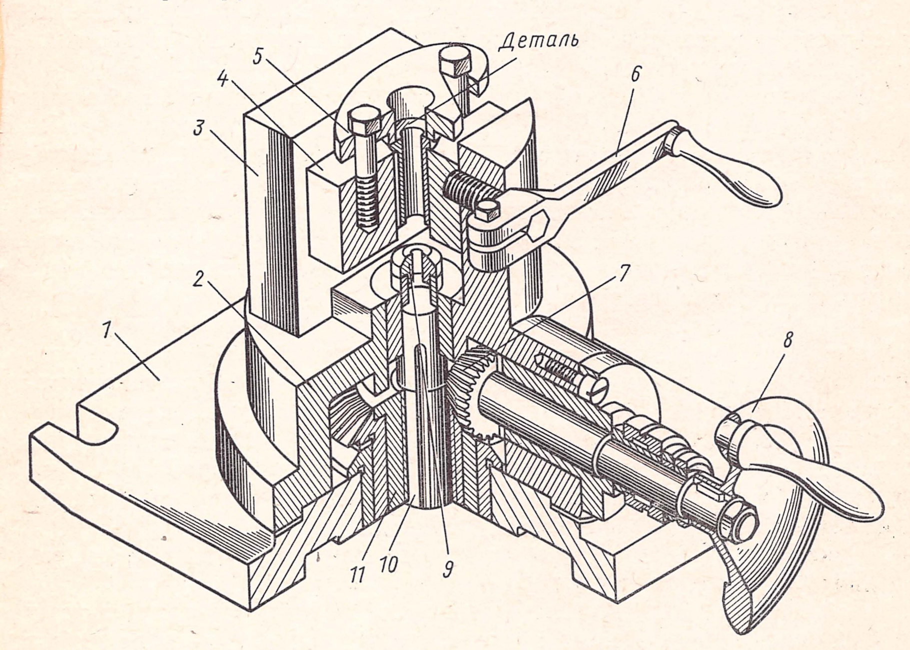


Рис. 62. Приспособление для крепления гильзы плунжера топливного насоса на внутридоводочном вертикальном станке:
1 — плита, *2* — корпус, *3* — стойка, *4* — фиксатор, *5* — откидная планка, *6* — рукоятка, *7* — конические шестерни, *8* — маховик, *9* — наковальня, *10* — ось, *11* — самоустанавливающийся корпус

На рис. 62 показано приспособление для крепления гильзы плунжера топливного насоса на вертикально-доводочном станке. Приспособление состоит из плиты, корпуса, стойки, фиксатора, рукоятки, конических зубчатых колец, маховика, наковальни, оси, откидной планки, самоустанавливающегося корпуса. Обрабатываемую деталь устанавливают в корпус и закрепляют откидной планкой. Для компенсации износа притира маховиком поворачивают зубчатые колеса и разжимают притир.

Приспособление обеспечивает перпендикулярность оси отверстия относительно посадочной торцовой поверхности с точностью 0,01—0,02 мм.

§ 55. Режимы доводки отверстий

Режимы доводки мало изучены и поэтому доводку часто выполняют на опытных режимах, что составляет известные трудности. Для машинной доводки отверстий устанавливают следующие основные параметры режима:

давление притира на обрабатываемую поверхность;

скорость вращения притира;

скорость возвратно-поступательного движения притира и продолжительность обработки.

Кроме того, для некоторых станков предусматривают вращение детали в направлении, обратном вращению шпинделя, возвратно-поступательное движение детали и др.

Выбор оптимального давления на обрабатываемую поверхность. Усилие прижима притира на обрабатываемую поверхность является важнейшим фактором, оказывающим большое влияние на процесс доводки. Чем больше удельное давление притира, тем интенсивнее проходит процесс доводки. Однако чрезмерно высокое давление притира приводит к раскалыванию абразивных зерен и может вызвать его заклинивание, что ведет к снижению качества обработки.

При выборе усилия притира на обрабатываемую поверхность в основном учитывается материал детали и притира, размеры обрабатываемого отверстия, абразивную способность абразивно-доводочного материала. При предварительной доводке допускается применение бóльших усилий, чем при окончательной доводке. Чем тверже обрабатываемый материал, тем давление должно быть больше. Во избежание поломки оправки доводку отверстий малых диаметров ведут с небольшими усилиями.

Рекомендуется доводку отверстий диаметром от 5 до 35 мм выполнять при давлении притира от 0,4 до 3,0 кгс/см^2.

Как правило, доводочные станки не оборудованы приборами для определения давления притира, поэтому давление определяют на слух по характеру звука или (при ручной доводке) по тому, как перемещается притир в обрабатываемом отверстии (свободно, нормально, туго). Эти методы являются ненадежными. Некоторые доводочные станки последних выпусков имеют приборы для опре-

деления давления притира, принцип действия которых основан на измерении давления в гидросистеме.

Выбор окружной скорости. Окружная скорость (скорость вращения) при доводке отверстий — это путь, пройденный какой-либо точкой, расположенной на наружной поверхности притира, в единицу времени.

Окружную скорость вращения, м/мин, притира определяют по формуле

$$v = \frac{\pi d n}{1000},$$

где π — отношение длины окружности к диаметру равно 3,14; d — диаметр притира, мм; n — частота вращения притира, об/мин.

Величина окружной скорости притира устанавливается в зависимости от требований, предъявляемых к качеству обработки, и свойств обрабатываемого материала. При внутренней доводке низкая окружная скорость (6—8 м/мин) часто вызывает заклинивание притира и задиры на обрабатываемой поверхности. Доводка на высоких скоростях дает низкое качество обрабатываемых поверхностей и увеличивает расход абразивно-доводочных смесей (вследствие разбрызгивания). Доводку отверстий диаметром от 5 до 35 мм рекомендуется вести на скоростях от 10 до 50 м/мин. Доводчик может проверить окружную скорость расчетным путем по приведенной формуле.

Выбор скорости возвратно-поступательного движения. Вращательное движение может преобразовываться в возвратно-поступательное при помощи различных механизмов. Скорость возвратно-поступательного движения, м/мин, при кривошипном механизме можно определить по формуле

$$v_{кр} = \frac{4 r n}{1000},$$

где r — радиус кривошипа, мм; n — частота вращения колеса, об/мин.

Скорость возвратно-поступательного движения при доводке выбирают в зависимости от свойств обрабатываемого материала и требований, предъявляемых к качеству обработки. Кроме того, учитывают скорость вращения притира, так как соотношение скоростей возвратно-поступательного и вращательного движения определяет теоретический угол подъема спирали. Рекомендуется доводку отверстий выполнять при скорости возвратно-поступательного движения от 3 до 18 м/мин (в среднем 0,3—0,4 скорости вращения притира).

§ 56. Полумеханическая доводка отверстий

Обработка различных внутренних поверхностей тел вращения на доводочных бабках осуществляется полумеханическим способом, который требует от доводчика больших затрат физического труда

и навыка в работе. Вместе с тем этот способ заменить механическим на некоторых операциях пока невозможно. Полумеханическим способом доводятся отверстия деталей топливной аппаратуры, золотниковых пар, резьбовые отверстия, рабочие поверхности измерительных инструментов и др. Этот способ доводки применяют не только в единичном, серийном, но и массовом производстве.

При доводке внутренних поверхностей тел вращения на доводочных бабках режущий инструмент (притир) доводчик крепит в шпинделе бабки, а обрабатываемую деталь удерживает непосредственно рукой (см. рис. 1).

Процесс доводки отверстия происходит при сложном движении, складывающемся из вращения притира (от электродвигателя) и возвратно-поступательного движения детали, осуществляемого доводчиком.

Рабочие приемы доводчика при обработке отверстий на доводочных бабках те же, что и при обработке деталей типа вала.

Доводка отверстия состоит из операций, выполняемых в такой последовательности:

установка, проверка на биение и закрепление притира на станке;

нанесение абразивно-доводочной смеси на притир;

закрепление обрабатываемой детали в держателе (если это предусмотрено технологией);

полумеханическая доводка;

промывка детали и контроль качества обработки.

Для доводки отверстий на доводочных бабках применяют стержневые притиры, форма и размеры наружных диаметров которых должны соответствовать форме и размерам обрабатываемого отверстия. Например, доводку рабочего отверстия золотниковой втулки осуществляют цилиндрическим стержневым притиром, а доводку рабочего конуса корпуса распылителя форсунки — специальным коническим притиром.

Доводка отверстий, особенно малого диаметра и глухих, является трудоемким процессом. Процесс доводки расчленяют на предварительные операции и окончательную или пригонку (спаровку). На предварительных операциях снимается максимальный припуск, сглаживаются микронеровности, а на окончательной операции достигается правильная геометрическая форма обрабатываемого отверстия и высокий класс шероховатости сопрягаемых поверхностей.

Одним из главных условий при доводке отверстий является постепенный переход от крупнозернистых к мелкозернистым (тонким) абразивно-доводочным смесям. Например, черновую доводку отверстия в корпусе распылителя форсунки выполняют абразивной пастой М14, а окончательную доводку — трехмикронной или одномикронной пастой.

Во избежание нагрева деталей при обработке их на доводочных бабках нельзя допускать высоких скоростей резания, а в зону обработки необходимо периодически вводить смазочно-охлаждающую жидкость.

Фактором, оказывающим решающее влияние на точность геометрической формы обрабатываемого отверстия, является положение притира. Если при доводке притир будет иметь неполный линейный контакт, то в результате геометрическая форма обрабатываемого отверстия будет искажаться.

На рис. 63 показаны некоторые дефекты, возникающие при неправильном положении притира в процессе доводки. Эти дефекты устраняют местной доводкой с введением в зону резания свежего абразивно-доводочного материала. Например, вогнутость отверстия втулки золотника устраняют местной доводкой таким образом: на среднюю часть притира наносят абразивно-доводочную смесь, а обрабатываемую деталь заводят на притир так, чтобы ее ось и ось притира находились на одной линии. Продолжительность местной доводки зависит от величины вогнутости. После устранения вогнутости обязательно «освежают» отверстие на всей глубине.

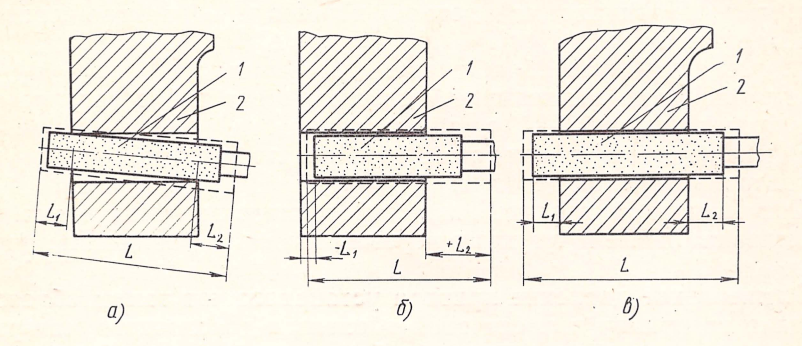


Рис. 63. Положение притира при обработке отверстий на доводочных бабках:

а — перекос — образование конусности, эллипсности, *б* — недоход — образование пояска, *в* — правильное; *1* — притир, *2* — обрабатываемая деталь, L — длина хода притира

Обработка внутренних поверхностей тел вращения на доводочных бабках является малопроизводительным способом, причем качество обработки во многом зависит от опыта доводчика.

§ 57. Машинная доводка отверстий

Надежным в отношении качества и высокопроизводительным способом обработки является машинная доводка на вертикально-доводочных станках. Машинную доводку отверстий, как правило, выполняют на внутридоводочных станках Одесского завода прецизионных станков. Этот способ обработки отверстий широко применяют в серийном и массовом производствах. Машинной доводкой обрабатывают только цилиндрические сквозные отверстия разных размеров.

При обработке отверстия на вертикально-доводочных станках обрабатываемую деталь крепят в приспособлении, которое устанавливают на столе, а притир — в шпинделе станка. Таким образом, деталь находится в неподвижном состоянии, а притир совершает вращательное и возвратно-поступательное движения. В отличие от обработки отверстий на доводочных бабках доводка отверстий на вертикальных внутридоводочных станках осуществляется полуавтоматически. Машинная доводка отверстий выполняется в такой последовательности:

закрепление детали в приспособлении;

установка притира на оправку, регулирование его по диаметру отверстия обрабатываемой детали, нанесение абразивно-доводочного материала;

введение притира в обрабатываемое отверстие;

осуществление механической доводки отверстий с регулированием притира через 35—40 с работы станка;

снятие детали и промывка ее в газойле или бензине;

контроль качества доводки.

При машинной доводке отверстий в качестве инструмента используют стальные и чугунные неразжимные или разжимные притиры.

Оптимальное давление притира устанавливают таким образом. Сначала на притир наносят слой абразивно-доводочного материала, вводят притир в отверстие обрабатываемой детали. Затем подбивают притир до легкого касания притира с поверхностью обрабатываемой детали. Если после этого провести притир вручную по поверхности обрабатываемой детали, то должно чувствоваться царапание (резание) металла зернами абразива. Если вместо царапания будет ощущаться скольжение, то следует еще отрегулировать притир и снова проверить на царапание.

Притир регулируют до тех пор, пока не будет ощущаться свободное резание металла.

При машинной доводке отверстий по сравнению с ручной производительность труда выше, кроме того, машина освобождает рабочего от тяжелого физического труда.

При обработке отверстий на вертикальных внутридоводочных станках большое влияние на получение правильной формы отверстия оказывает крепление притира и выход его за кромку отверстия, поэтому оправку для притира центрируют по приспособлению и только после проверки на биение надежно закрепляют в шпинделе станка.

По опытным данным, величина выхода притира на кромку отверстия при доводке должна составлять 0,3—0,4 глубины обрабатываемого отверстия. При слишком большом вылете притира за пределы кромки отверстия происходит разбивка отверстия, т. е. искажение его геометрической формы. Эти дефекты устраняют местной доводкой. Для получения отверстий более высокой точности при доводке на вертикальных внутридоводочных станках обработку рекомендуется вести с обеих сторон отверстия при повороте детали на 180°.

§ 58. Причины брака и меры его предупреждения

Основными причинами брака при доводке отверстий являются нарушение технологической дисциплины, неисправности оборудования, приспособлений, невнимательность рабочего и т. д. В табл. 21 приведены основные причины брака при доводке отверстий, а также меры его предупреждения.

К причинам, вызывающим брак, относится также неправильное измерение детали в процессе обработки.

Снижению брака способствует аккуратное обращение с обрабатываемыми деталями, оборудованием, оснасткой. Обработанные детали нужно укладывать в специальную тару (рис. 64). Особое внимание следует уделять чистоте рук, так как грязными руками можно вызвать появление на обработанных поверхностях царапин и коррозии.

21. Виды и причины брака при доводке отверстий и меры его предупреждения

Вид брака	Причины брака	Меры предупреждения
Увеличенный диаметр отверстия	Притир малого диаметра	Применять только предусмотренный технологией притир
Искажение геометрической формы отверстия	Велик или мал вылет притира	Работать при оптимальном вылете притира
Глубокие царапины на обрабатываемой поверхности	Применение крупнозернистых абразивных смесей	Применять абразивно-доводочные смеси, указанные в технологической карте. Осуществлять постепенный переход от крупнозернистых к тонким абразивным смесям
	Большое удельное давление притира на обрабатываемую поверхность	Не допускать высокого удельного давления притира на обрабатываемую поверхность
	Неправильный выбор смазки	Пользоваться смазкой, предусмотренной технологическим процессом
	Превышение времени доводки	Не допускать длительной доводки. Машинное время должно быть оптимальным
Задиры на обрабатываемой поверхности	Заклинивание притира	Не допускать слишком большого разжима притира
	Длительная работа без смазки	Не допускать длительной доводки без смазки
Коробление тонкостенного отверстия	Нагрев детали в процессе доводки	Избегать нагрева детали выше 45—55° С. Избегать работы на высоких скоростях резания
Следы предыдущей обработки (риски)	Плохая подготовка поверхности	Не подвергать доводке отверстия с плохой предварительной обработкой

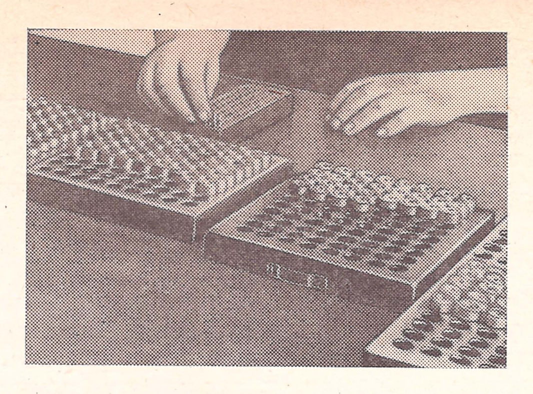


Рис. 64. Укладка обработанных деталей в специальную тару

Контрольные вопросы

1. В чем состоит особенность доводки отверстий?
2. Что представляют собой притиры для доводки отверстий?
3. Какие приспособления применяют для крепления притира и деталей при доводке отверстий?
4. Как влияет зазор между притиром и обрабатываемым отверстием на процесс доводки?
5. Какое влияние оказывает вылет притира на точность доводки?
6. В чем особенность доводки притиром малого диаметра?
7. На каких станках осуществляют доводку глухих и конусных отверстий?
8. Как и для чего правят притиры?

ГЛАВА IX. ТЕХНОЛОГИЯ АБРАЗИВНОЙ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПЛОСКОСТЕЙ

§ 59. Основные понятия о доводке плоскостей

Доводка плоских поверхностей осуществляется двумя методами: прямолинейных проходов (поперечных подач) и круговых (радиальных) подач.

Метод доводки прямолинейными проходами. По этому методу обрабатываемые детали, помещенные в сепаратор, который находится между двумя притирами, совершают прямолинейное продольное возвратно-поступательное и незначительное поперечное перемещение (рис. 65, *а*).

Доводка по методу круговых подач в отличие от доводки по методу прямолинейных проходов осуществляется вращательным и вращательно-поступательным движениями (рис. 65, *б*). Процесс доводки плоскостей по методу круговых подач напоминает доводку наружных цилиндрических поверхностей по методу обкатывания. В отличие от последнего при доводке плоскостей обраба-

тываемая деталь под действием сил, возникающих в процессе доводки, двигается, но не обкатывается.

Доводку плоскостей осуществляют вручную и на станках. Основные движения в процессе обработки, как правило, одни и те же. Правда, обработку плоскостей вручную доводчик может вести поочередно, то по одному, то по другому методу, а при доводке на станках такой возможности не имеется.

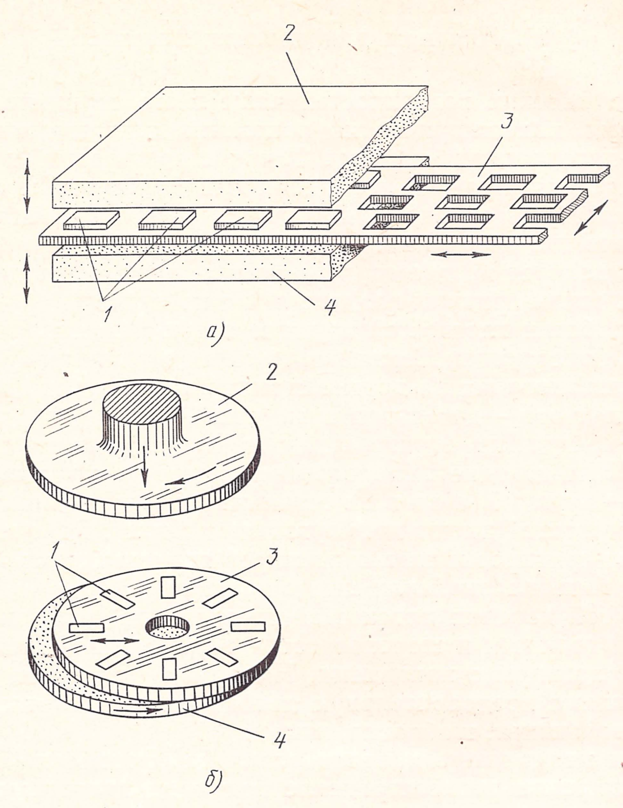


Рис. 65. Доводка плоскостей:

а — по методу прямолинейных проходов, *б* — по методу круговых подач; *1* — обрабатываемые детали, *2* — верхний притир, *3* — лента *(а)*, сепаратор *(б)*, *4* — нижний притир

Обработка плоскостей на станках конструкции Семенова осуществляется по методу доводки прямолинейными проходами, а на станках 3806Л, 3804П — по методу круговых подач.

Доводку плоскостей как вручную, так и на станках выполняют мелкозернистыми абразивно-доводочными смесями с применением различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

В серийном и массовом производствах доводка плоскостей деталей осуществляется на станках, работающих по полуавтоматическому циклу. При этом доводчик занимается главным образом

заправкой кассет приспособления с обрабатываемыми деталями и контролем качества обработанной поверхности.

Доводка вручную требует от рабочего большого физического напряжения и навыка в работе. Квалификация доводчиков, выполняющих доводку плоскостей вручную, более высокая, чем работающих на станках.

§ 60. Притиры для доводки плоскостей

Доводка плоских поверхностей чаще всего осуществляется на неподвижных плитах-притирах, покрытых или шаржированных абразивно-доводочными смесями. Устройство, форма и размеры плит-притиров выбираются в зависимости от величины обрабатываемых деталей или мощности доводочных станков, а также от требуемого качества обработки. Притиры для доводки плоских поверхностей делятся на две группы: плиты-притиры гладкие или с канавками, диски-притиры гладкие или с канавками.

Для обработки плоскостей вручную и при машинной обработке на станках конструкции Семенова применяют плиты-притиры, а для машинной доводки на других станках, на которых притир вращается вокруг оси — диски-притиры (рис. 66, *а*).

По форме притира можно судить о том, по какому методу он работает. Если доводка выполняется по методу круговых подач, то притир — круглый, а во всех остальных случаях притиры для доводки плоскостей имеют прямоугольную форму. Рабочей поверхностью плит-притиров и дисков-притиров является плоскость, которая может быть гладкой или иметь канавки.

Для грубой доводки плоскостей деталей, не требующих высокого класса точности и шероховатости обработанной поверхности, используют притиры с канавками. Например, притирами с канавками выполняют предварительную доводку измерительных инструментов — угольников, шаблонов, линеек.

Притиры могут иметь канавки различной формы и размеров. Наиболее широкое распространение получили притиры с одинарными взаимно пересекающимися канавками. Однако при этом следует помнить, что наличие канавок на поверхности плиты-притира значительно влияет на процесс доводки, так как канавки выполняют роль резервуаров для абразивно-доводочных смесей, то качество поверхности, обработанной таким притиром, значительно ниже, чем обработанной гладким притиром.

Гладкие притиры применяют для доводки плоскостей с высоким классом шероховатости — выше 10-го. Например, гладкими притирами выполняют тонкую доводку поверхностей измерительного инструмента (плитки, измерительные губки микрометров, штангенинструментов) и деталей авиационных агрегатов.

Конструкции плит-притиров (рис. 66, *б*) для доводки плоскостей самые разнообразные. Все они имеют рабочую поверхность, выполненную с очень высокой точностью в пределах нескольких микрон

Размеры плит-притиров для ручной доводки зависят от размеров обрабатываемых деталей (табл. 22).

Если экономически нецелесообразно иметь на рабочем месте несколько притиров, то плиту-притир, на которую наносят абразив-

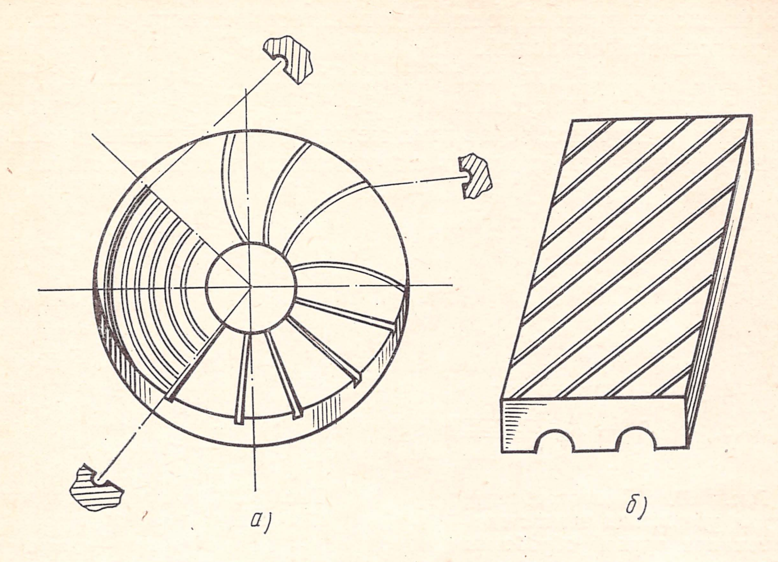


Рис. 66. Основные формы притиров:
а — диски-притиры, *б* — плиты-притиры

но-доводочные материалы, условно делят, например, на два участка.

22. Размеры плит-притиров в зависимости от размеров обрабатываемых деталей

Размеры плит-притиров, мм	Размеры обрабатываемых деталей, мм	
	длина	ширина
6×2×240	1—3	1—3
6×4×240	1—4	1—4
6×6×260	3—10	3—10
10×10×320	4—12	4—12
15×10×350	4—14	4—14
20×15×350	14—50	14—50
40×20×400	18—60	18—60

На одном из них выполняют предварительную, а на другом — окончательную обработку. Так поступают на небольших заводах при ремонте измерительного инструмента.

§ 61. Приспособления для закрепления деталей при доводке плоскостей

При ручной доводке плоскостей обрабатываемые детали средних и больших размеров удерживают руками. Доводку узких граней, а также плоскостей тонких деталей осуществляют при помощи различных приспособлений.

На рис. 67 изображено приспособление для ручной притирки измерительных плиток толщиной 1—8 мм. Оно состоит из двух точных чугунных плит, связанных между собой винтами и гайками, которыми можно регулировать с высокой точностью расстояние между верхней и нижней плитами. В зазор между плитами помещается сепаратор с рукояткой. В гнезда сепаратора кладут обрабатываемые детали. Сепаратор делают на 0,2—0,8 мм тоньше обрабатываемой детали, что обеспечивает нормальное протекание процесса доводки. Количество гнезд в сепараторе находится в прямой зависимости от размеров обрабатываемых деталей.

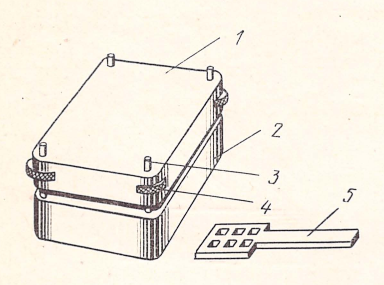


Рис. 67. Приспособление для удержания тонких плиток при ручной обработке:
1 — верхняя плита, *2* — нижняя плита, *3* — винт, *4* — гайка, *5* — ручной сепаратор

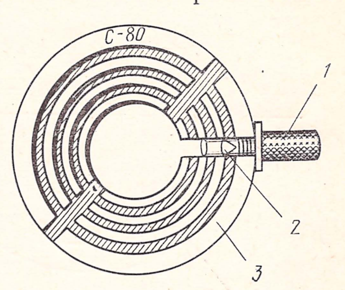


Рис. 68. Специальная державка-сепаратор:
1 — винт-рукоятка, *2* — сухарь, *3* — диск-сепаратор

Державки. Для равномерной доводки поршневых колец по всей длине применяют различные державки-сепараторы. Универсальное приспособление, используемое при доводке торцов поршневых колец тракторных двигателей, показано на рис. 68. Оно представляет собой металлический диск, на обоих торцах которого проточены канавки. Размеры каждой канавки по глубине, диаметру и ширине соответствуют определенному поршневому кольцу, например поршневому кольцу двигателя КДМ-46.

Обрабатываемое кольцо вставляют в канавку диска так, чтобы прорезь кольца находилась против острия сухаря, который служит для прижима кольца в приспособлении. Для этого в диске имеется радиальная прорезь, по которой сухарь перемещается при вращении винта. По принципу этого приспособления устроены многие другие приспособления.

Для крепления деталей на станках при доводке плоскостей используют сепараторы, которые по принципу работы и конструкции

аналогичны сепараторам, применяемым при доводке наружных поверхностей тел вращения.

На рис. 69 показано приспособление с электромагнитной муфтой для доводки торцов корпуса распылителя форсунки на универсальном станке. Устройство и принцип работы его заключается в следующем. Три стакана *13*, насаженные на головки сателлитных зубчатых колес шпинделя станка, имеют концентричную расточку, в которую входят пальцы *12*, закрепленные в стаканах винтами. Втулки *11* определяют высоту установки приспособления над доводочной плитой *2*.

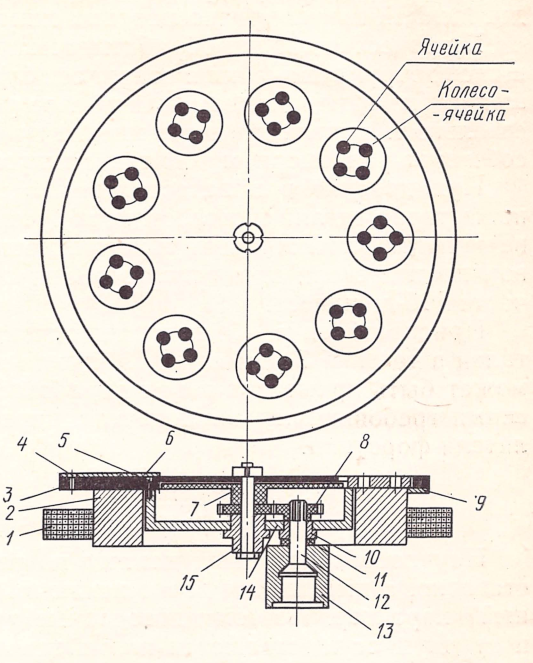


Рис. 69. Приспособление с электромагнитной муфтой для удержания деталей

Пальцы *12* проходят через втулки *10*, служащие подшипниками. Один из пальцев *12* шлицами вращает зубчатое колесо *8* привода приспособления. Кроме того, все три пальца *12* вместе вращают корпус *14* приспособления, в оси вращения которого установлен подшипник *15* блока цилиндрических зубчатых колес *7*. Нижнее зубчатое колесо блока получает вращение от зубчатого колеса *8*, а верхнее приводит во вращение 9 зубчатых колес ячеек. В каждой ячейке в поводковых втулках устанавливается по четыре детали. Ячейки вставляются в обоймы *6* с окнами в местах сцепления зубчатых колес-ячеек с верхним венцом зубчатого колеса блока. Обоймы *6* закреплены в диске *3* винтами *4*.

Диск *3* скреплен с корпусом *14* в промежутках между обоймами винтами *5* и штифтами. Так как наружный диаметр верхнего зубчатого колеса *7* блока несколько меньше, чем внутренний диаметр корпуса *14*, то ячейки с одной стороны предохраняются от выпадания вниз корпусом, а с другой — поддерживаются пластинками *9*. Гнезда в ячейках расположены так, что при вращении ячейки торец обрабатываемой детали выходит за плоскость доводочной плиты на 1,5—2 мм.

Усилие прижима детали в приспособлении осуществляется силой притяжения доводочной чугунной плиты *2*, которая одновременно является сердечником электромагнитной катушки *1*, питаемой постоянным током. С целью концентрации и усиления магнит-

ного потока, создаваемого катушкой в стальных обрабатываемых деталях, большинство деталей приспособления изготовлено из материалов, обладающих малой магнитной проницаемостью (текстолит, бронза, латунь, алюминий).

Шаржирование доводочной плиты осуществляют доводочной пастой, тюбик которой вложен в гнездо ячейки вместо детали. Продолжительность шаржирования притиров 1—1,5 мин. При правке доводочной плиты приспособление снимается с пальцев *12*.

В процессе доводки обрабатываемая деталь, одновременно вращаясь вокруг оси ячейки и вокруг оси блока, совершает сложное вращение (по эпициклоиде), меняя свое угловое расположение относительно направления перемещения по доводочной плите. Это способствует равномерному снятию припуска детали.

При доводке в приспособлении сохраняется перпендикулярность торца детали к отверстию, полученная при шлифовании, обеспечивается плоскостность торца. Шероховатость обработанной поверхности детали при использовании семимикронной пасты получается 10-го класса.

Приспособление обеспечивает одновременную обработку 36 деталей в течение 7 мин или 0,19 мин на деталь. Это приспособление может быть применено и при обработке других деталей с техническими требованиями, аналогичными требованиям к корпусу распылителя форсунки.

§ 62. Режимы доводки плоскостей

Научно обоснованных данных по режимам доводки еще недостаточно, а имеющиеся носят исключительно эмпирический (опытный) характер. Поэтому доводочные работы как на станках, так и вручную осуществляются по опытным режимам. К параметрам режима доводки плоскостей относятся: давление верхней плиты на обрабатываемую деталь, скорость вращения диска-притира, количество смазки и абразивно-доводочного материала.

Давление верхней плиты на обрабатываемую деталь. Повышение давления на обрабатываемую деталь до оптимальных пределов при доводке плоскостей вызывает пропорциональное повышение производительности. Слишком высокое давление верхней плиты приводит к дроблению абразивных зерен, вследствие чего появляются задиры на обрабатываемой поверхности.

Давление верхней плиты на поверхность детали должно составлять 1—2,5 кгс/см².

При доводке плоскостей установлено, что чем больше давление притира на обрабатываемую поверхность, тем грубее она получается и, наоборот, чем чище должна быть обработка, тем давление должно быть меньше.

Скорость при доводке. Скорости вращения дисков-притиров при доводке плоскостей невелики — от 5 до 32 м/мин и зависят от размеров детали и требуемого качества отделки поверхности. Например, маленькие плитки доводят на более низкой скорости,

чем большие, а окончательную тонкую доводку плиток ведут на меньшей скорости, чем предварительную.

При одновременной обработке большого количества деталей рекомендуется окружная скорость дисков-притиров 30—280 м/мин.

Скорость возвратно-поступательного движения при доводке плоскостей составляет 0,3—0,5 величины окружной скорости.

Количество смазки и абразивно-доводочной смеси. Слишком большое количество смазки и абразивно-доводочной смеси препятствует соприкосновению трущихся поверхностей и поэтому снижает интенсивность процесса обработки, а также ухудшает качество обработанной поверхности. Из этого следует, что чем выше должно быть качество обработки, тем равномернее должен быть слой абразивно-доводочной смеси и смазки.

Для окончательной доводки плоскостей применяют притиры, шаржированные очень тонкими абразивно-доводочными смесями, а в качестве смазки — тончайший слой олеина, разведенного в керосине. Такие притиры имеют совершенно сухую зеркальную поверхность. В табл. 23 приведены данные, характеризующие съем металла при доводке плоскостей притиром из серого чугуна в зависимости от зернистости абразивно-доводочных смесей.

23. Влияние зернистости абразивно-доводочных смесей на съем металла при доводке плоскостей притиром из серого чугуна

Абразивно-доводочный материал	Съем металла, мк/мин		
	сталь, HB до 250	сталь, HB свыше 250	бронза
Электрокорундовый шлифпорошок № 3 с дизельным топливом	7,0	8,5	17,0
Электрокорундовый микропорошок М28 с дизельным топливом или паста М20	6,0	8,5	13,0
Электрокорундовый микропорошок М14 с дизельным топливом или паста М10	3,5	5,6	7,0
Семимикронная паста с газойлем	1,2	2,6	3,6
Трехмикронная паста с газойлем	0,6	1,2	2,0

§ 63. Ручная доводка плоскостей

В условиях единичного производства в инструментальных цехах, особенно при ремонте, многие детали доводят вручную. При доводке вручную обрабатываемая деталь удерживается рукой или при помощи специальных приспособлений. Все движения, необходимые для ведения обработки, осуществляет сам доводчик. Процесс доводки вручную является трудоемким и требует от рабочего большого физического напряжения и навыка. Качество обработанных плоскостей при доводке вручную зависит от опыта доводчика.

Для доводки плоскостей вручную применяют плиты-притиры, шаржированные или с намазкой абразивно-доводочными смесями.

Доводка плоскости состоит из операций, выполняемых в такой последовательности:

подбор и правка плиты-притира;
нанесение абразивно-доводочной смеси и шаржирование;
закрепление обрабатываемой детали в приспособлении;
осуществление ручной доводки;
промывка детали и контроль качества обработки.

Доводку плоских поверхностей с невысокой точностью, как правило, выполняют в две операции, а доводку с высокой точностью, например плоскостей измерительных плиток, — в три операции. Кроме того, в зависимости от требуемого качества обработки доводка может расчленяться на ряд самостоятельных (чистовые и окончательные) операций, причем для каждой операции имеются соответствующие плиты-притиры.

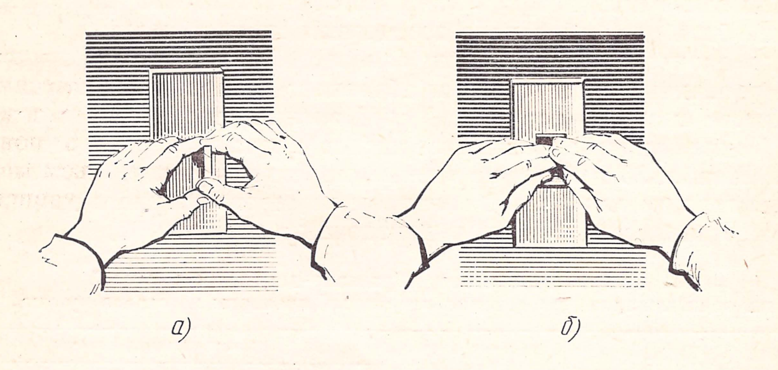


Рис. 70. Рабочие приемы при обработке плиток:
а — доводка торца, *б* — доводка широкой плоскости

Для доводки плоскостей применяют те же абразивно-доводочные смеси, что и для доводки других поверхностей.

Доводка плоскостей измерительных плиток вручную выполняется в такой последовательности. На первой предварительной операции снимают припуск с одной стороны с таким расчетом, чтобы остался припуск 0,05—0,06 мм. Затем снимают слой металла со второй стороны, оставляя припуск на окончательную операцию 0,01—0,02 мм. На второй предварительной операции поверхность подготавливается к окончательной отделке на плите для тонкой доводки.

Плитки размером от 0,5 до 7 мм для удобства их удержания при обработке притирают с другой плиткой размером 8—10 мм.

Получение высококачественной плоскости на плитках зависит от степени нагрева плитки, от скорости движения плитки по притирам, от умения правильно держать плитку.

В процессе доводки плоскостей небольшую обрабатываемую деталь удерживают указательными и большими пальцами обеих рук (рис. 70, *а*). Если плоскость значительных размеров, доводчик удерживает деталь всеми пальцами и перемещает по притиру обеи-

ми руками. Для уменьшения нагрева плиток от рук верхнюю поверхность плитки покрывают кусочком чистой замши, которую периодически смачивают бензином или газойлем. Если на плитке получается выпуклость, то плитку необходимо положить на несколько минут на холодный притир для охлаждения. В некоторых случаях исправить этот дефект можно несколькими ускоренными движениями плитки по всей длине притира. Если температура внешней среды была выше нормальной или притиры, на которых обрабатывались плитки, были слишком нагреты, на обрабатываемой плитке получается впадина. Чтобы исправить этот дефект, в ходе обработки иногда бывает достаточно сделать лишь более медленное движение, чем обычное при доводке.

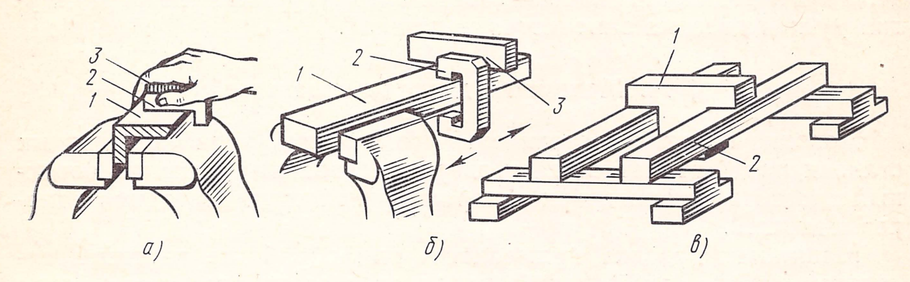


Рис. 71. Рабочие приемы доводки деталей технологической оснастки:
а — угольника, *б* — скобы-калибра, *в* — корпусной детали приспособления; *1* — обрабатываемая деталь, *2* — державка, *3* — притир

Перед началом доводки плиток размером от 0,5 до 2 мм контролируют их плоскостность. Для этого плитку сначала кладут вогнутой частью и проводят ею несколько раз по каждому из всех трех притиров. Затем плитку переворачивают, кладут на «контакт» второй стороной и таким же способом проводят по всем притирам.

На обеих сторонах плитки ясно выступят места, характеризующие ее вогнутость или выпуклость. Только после такого контроля можно снимать имеющийся припуск. Припуск следует снимать равномерно с обеих плоскостей во избежание деформации. Иногда доводчик бывает вынужден снимать припуск неравномерно с обеих сторон. В таких случаях плитка деформируется (коробится). Чтобы исправить этот дефект, следует положить ее «на контакт» выпуклостью вверх и провести несколько раз по другой плите-притиру, которая шаржирована более крупнозернистыми абразивно-доводочными материалами.

При доводке плиток размерами от 20 до 100 мм особое внимание уделяют нажиму на плитку, который должен быть равномерным на всю плоскость, иначе получить требуемые плоскостность и параллельность трудно. При обработке плиток размером до 20 мм пальцы располагают сверху, при доводке плиток размером более 20 мм — на торце.

При доводке плитки любого размера следует проводить ее по

притиру то одним, то другим концом вперед, повертывая плитку на 180° через пять движений.

При доводке вручную, когда весь процесс обработки плитки ведет один рабочий на одном рабочем месте, ему приходится пользоваться абразивно-доводочными материалами различной абразивной способности. В этих условиях доводчик должен быть особенно внимательным, так как неосторожная и невнимательная работа может привести не только к снижению качества обработки и увеличению времени обработки, но и к неисправимому браку.

Удельный вес ручной доводки плоскостей в общем объеме доводочно-притирочных работ в инструментальных и ремонтных цехах машиностроительных заводов пока высок (рис. 71). На инструментальных заводах, заводах топливной аппаратуры и некоторых других ручная доводка заменяется машинной.

§ 64. Машинная доводка плоскостей

Доводка плоских поверхностей (плоскостей) на доводочных станках представляет собой усовершенствованный механизированный способ обработки, при котором ручной труд доводчика заменен машиной.

Машинная доводка применяется при обработке плоскопараллельных концевых мер длины, клапанов насосов, поршневых колец и других деталей.

При машинной доводке доводчик не затрачивает много физического труда, а точность обработки зависит главным образом от технического состояния оборудования и правильности выполнения технических требований.

Доводка плоских поверхностей на станке выполняется в такой последовательности:

правка плит-притиров;
намазка, шаржирование плит-притиров;
укладка деталей в гнезда лент или сепараторов;
осуществление доводки деталей;
промывка деталей и контроль качества обработки.

При доводке на доводочных станках качество обработки прежде всего зависит от точности притирочных плит, применяемых абразивно-доводочных материалов и режимов обработки. Другим важным условием высококачественной доводки является строгое соблюдение установленной последовательности обработки и многоразовой мойки.

Правка плит-притиров на станках 3806Л, 3804П и других осуществляется правочными кольцами (обкатка на высоких скоростях), а на станке конструкции Семенова — при помощи приспособления конструкции Е. С. Жданова. На точно изготовленную и жестко закрепленную на столе приспособления нижнюю плиту-притир накладывают плиту-притир, подлежащую правке. При этом верхнюю плиту-притир закрепляют так, чтобы ее можно было периодически повертывать рукой в нужном направлении. Затем включают

приспособление. Под действием двух систем кривошипных механизмов плита получает быстрые продольные и медленные поперечные движения, в результате чего все точки плиты описывают некоторую кривую.

После того как абразивно-доводочные смеси придут в негодность, правку прекращают. Удаляют крупнозернистые абразивы, а затем переходят на правку плиты-притира тонкими абразивными пастами (меняют плиты). Для полного цикла правки рекомендуется несколько раз менять абразивно-доводочные смеси в зависимости от дефектов притиров, при этом обязательным условием является постепенный переход от крупнозернистых абразивно-доводочных материалов к мелкозернистым.

Хорошие результаты при правке плит-притиров дает абразивная паста «Харьков-ДМ28», разбавленная небольшим количеством керосина.

После полного цикла правки плиты-притиры окончательно очищают от абразивно-доводочных смесей. На периодичность правки плит-притиров при работе на станках влияют продолжительность работы станка, величина снимаемого припуска, точность выполнения технологии доводки и др. Поэтому период правки плит-притиров устанавливается опытным путем.

Периодичность правки может изменяться в самых широких масштабах. Например, правку плит-притиров на станке конструкции Семенова проводят при первой доводке через каждые три обработанные партии деталей, а при второй доводке — через 15 дней работы.

Шаржирование плит-притиров производят до тех пор, пока поверхность притира не примет одинаковый матовый цвет без блестящих пятен. На доводочных станках конструкции Семенова шаржирование выполняют вручную при помощи плит высокой точности, а на станке 3806Л — механически при помощи правочных колец. При правке плит-притиров применяют абразивно-доводочные материалы необходимой зернистости в смеси с керосином или керосином и стеарином. Подача абразивно-доводочных смесей на станках 3804П и других осуществляется специальным устройством.

На станке конструкции Семенова при повторном шаржировании рекомендуется применение той же абразивно-доводочной смеси или смеси, содержащей крупнозернистые абразивные порошки, использование очень мелкозернистых абразивных порошков по сравнению с порошками предыдущей обработки не рекомендуется, так как это снижает производительность доводки и понижает класс шероховатости обработанной поверхности. Причиной этого служат абразивные зерна, оставшиеся после предыдущей операции и вызывающие более глубокие риски-царапины по сравнению с вновь примененными мелкозернистыми абразивными порошками.

Большое влияние на качество доводки и производительность обработки оказывают форма рабочих поверхностей притиров и установка обрабатываемых изделий.

На первых предварительных доводках на станке конструкции

Семенова применяют плиты-притиры с канавками глубиной 1,5 мм и шириной 2,5 мм. Канавки могут располагаться под прямым углом друг к другу или быть параллельными (под углом 45° к кромке плиты).

Перед доводкой на станке детали рассортировывают по размерам. Это делается для того, чтобы иметь возможность правильно распределить детали в гнездах ленты или сепаратора в зависимости от размера (толщины) плиток. Например, при доводке плиток

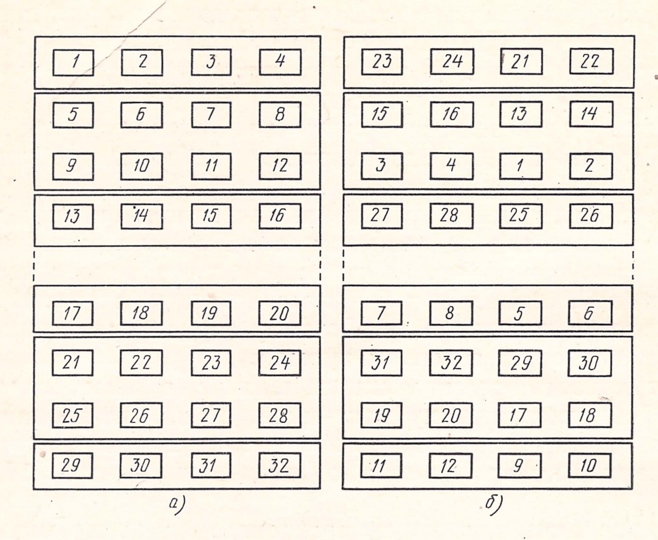


Рис. 72. Схема расположения плиток в ленте при доводке:
а — первоначальное, *б* — после переукладки

на станке конструкции Семенова закладывают в ленту при первой и второй доводках по 32 шт., при третьей — 16 шт. При этом установка плиток делается с таким расчетом, чтобы плитки с большими припусками (толстые) находились в крайних гнездах ленты (рис. 72, *а*). Для снятия припуска 0,01 мм при доводке плиток требуется 80 двойных ходов (четыре больших деления на счетчике станка), после чего станок останавливают и производят контроль; после вторичного шаржирования плит-притиров плитки закладывают в гнезда по другой схеме (рис. 72, *б*).

Обработку плоскостей на доводочных станках 3806Л, 3804П и универсальных доводочных станках для получения высокой точности детали целесообразно вести по методу трех ведущих деталей так же, как и при доводке наружных поверхностей тел вращения.

§ 65. Причины брака и меры его предупреждения

Основными причинами брака при доводке плоских поверхностей являются использование неправильных приемов работы, непра-

вильный выбор абразивно-доводочной смеси, несвоевременная смазка и правка притиров, невнимательность доводчика и т. д. В табл. 24 приведены основные причины брака при доводке плоскостей, а также меры его предупреждения.

Одной из причин брака являются неправильное измерение деталей в процессе доводки. Практика показывает, что причиной брака является также неосторожное обращение с обрабатываемыми деталями.

24. Виды и причины брака при доводке плоскостей и меры его предупреждения

Вид брака	Причины брака	Меры предупреждения
Выпуклости на обрабатываемой поверхности (при ручной обработке)	Сильный нагрев изделия от рук	Не допускать сильного нагрева обрабатываемой детали
Впадины на обрабатываемой поверхности (при ручной обработке)	Большая разница температур рук доводчика и притира	Не допускать сильного нагрева притира. Температура притира не должна превышать температуры рук доводчика
Коробление тонкой детали (при ручной обработке)	Нагрев детали в процессе доводки	Не допускать нагрева детали выше 45—55°С
Глубокие царапины на обрабатываемой поверхности (при ручной и механической обработке)	Применение крупнозернистых абразивных порошков, слишком большое давление притира, неправильный выбор смазки	Применять абразивные смеси только соответствующей зернистости. Доводку производить только на оптимальных режимах, используя соответствующую смазку
Неточность размеров, искажение геометрической формы (при ручной и механической обработке)	Применение неправленных плит-притиров. Неправильная установка детали в сепараторе. Большие припуски на доводку	Производить своевременную правку плит-притиров. Правильно устанавливать детали в сепаратор. Оставлять минимальные припуски на доводку

Контрольные вопросы

1. Какими способами осуществляют доводку плоскости?
2. Какие притиры применяют для доводки плоскостей?
3. Как и в чем крепят детали при доводке плоскостей?
4. В каких пределах назначаются режимы доводки плоскостей?
5. В какой последовательности производится доводка плоскостей вручную?
6. Какое преимущество имеет машинная доводка плоскостей перед ручной доводкой?
7. Для чего переукладывают детали в процессе доводки?
8. Как правят плиты-притиры для доводки плоскостей?

ГЛАВА X. РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОВОДОЧНО-ПРИТИРОЧНЫХ РАБОТ

Все шире развертывается в нашей стране движение новаторов производства, возникают новые формы соревнования. С каждым днем все больше становится ударников коммунистического труда, мастеров своего дела. Применяя передовые методы труда, более совершенную организацию и технологию производства, передовые рабочие добиваются новых успехов в повышении производительности труда, культуры производства, качества и снижения себестоимости выпускаемой продукции.

§ 66. Сокращение машинного (основного) времени

Сокращение машинного (основного) времени при выполнении доводочно-притирочных работ достигается главным образом благодаря применению более прогрессивной технологии на предыдущих операциях, более совершенных абразивно-доводочных смесей и оптимальных режимов обработки, а также замене ручного труда механизированным.

Если подготовке поверхностей на предыдущих операциях уделяется мало внимания, это приводит к повышению трудоемкости доводочных операций. Работы, проведенные по выявлению факторов, оказывающих существенное влияние на длительность доводки, показали, что глубокие риски, оставленные на поверхности после предварительной обработки, увеличивают машинное время доводки. Значительного снижения трудоемкости доводочных операций и повышения качества выпускаемой продукции можно достигнуть улучшением подготовки деталей к доводке на предыдущих операциях. Поэтому на каждой операции должны подвергаться выборочному или частичному контролю размеры и формы детали, а также оцениваться качество обработанной поверхности.

Эффективность доводки зависит от состава паст или суспензий, их качества и количества, одновременно вводимого в зону резания, и от качества СОЖ. Работа оптимальными по составу пастами повышает производительность обработки и улучшает качество обработанной поверхности. Например, при обработке деталей пастами «Харьков-ДМ» производительность обработки по сравнению с пастами ХТЗ повышается на 15—50%, заметно улучшается качество обработанной поверхности.

Усилия новаторов-доводчиков направлены на установление оптимальных режимов доводки. Например, доводчица машиностроительного завода им. Дзержинского, Герой Социалистического Труда М. Я. Гуляева добилась высокой производительности труда, применив опытные режимы обработки деталей топливной аппаратуры.

Замена ручной доводки машинной на некоторых предприятиях позволила перевести окончательную обработку деталей на доводку партиями (серийную), что обеспечило сокращение машинного вре-

мени. Например, машинное время доводки торца корпуса распылителя форсунки топливного насоса при обработке партиями составляет 0,19 мин, а при ручной доводке — 0,5 мин.

Новаторы-доводчики получают хорошие результаты по сокращению машинного времени благодаря применению специальных притиров, т. е. притиров, позволяющих одновременно обрабатывать не одну поверхность, а несколько. Например, ленинградцы А. А. Шпак и З. И. Мелешкина осуществили одновременную доводку нескольких плоскостей многоступенчатой детали.

§ 67. Сокращение вспомогательного времени

Сокращения вспомогательного времени на доводочных операциях можно добиться за счет уменьшения времени, затрачиваемого на правку и шаржирование притиров, на установку и съем деталей, а также контроль готовых деталей.

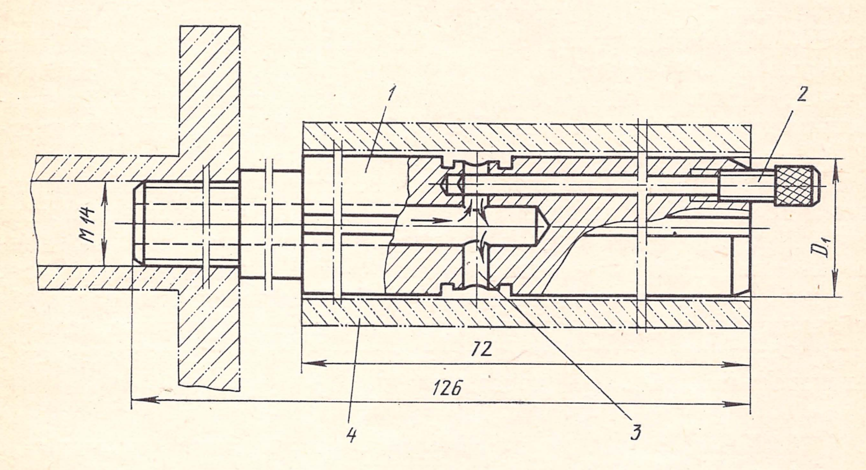


Рис. 73. Универсальная пробка-калибр к пневморотаметру:
1 — пробка-калибр, *2* — винт, *3* — канал для движения воздуха при рабочем ходе, *4* — контролируемая деталь

С о к р а щ е н и е   в р е м е н и   п р а в к и   и   ш а р ж и р о в а н и я   п р и т и р о в. Большой удельный вес в затратах времени занимают правка и шаржирование притиров. Опыт показал, что при правильной эксплуатации притира долговечность работы его увеличивается, т. е. период между правками удлиняется. Продолжительность работы притира можно значительно увеличить, если его периодически править, а также применять соответствующие абразивно-доводочные материалы. Это обычно устанавливается опытным путем. Например, при первой доводке измерительных плиток на станке конструкции Семенова плиты-притиры правят микропорошком М28 из электрокорунда белого и пастами ГОИ с керосином после обработки каждых трех партий деталей, а шаржируют микропорошком М10 или М7. Если править плиты-притиры

не после обработки трех партий, а реже или применять другие абразивно-доводочные материалы, то затраты вспомогательного времени значительно возрастут.

Сокращения времени на установку и съем детали можно добиться применением специальных быстродействующих приспособлений, например калибра-пробки (рис. 73), а также совмещением вспомогательного времени с основным. Резко сокращает вспомогательное время применение ультразвуковой мойки, при этом улучшаются условия труда.

Выбор средств и метода оценки шероховатости деталей, изготовляемых по 12-му классу шероховатости, в условиях цехового контроля связан с рядом трудностей.

Наиболее существенными недостатками микроскопа МИС-11, интерферометров является сложность контрольных операций, низкая производительность и чувствительность приборов к сотрясениям, обычно имеющим место в цеховых условиях. Например, высококвалифицированный контролер, работающий на двойном микроскопе МИС-11, производит за смену 250—300 отсчетов с необходимыми установками и расчетами. Оснащение рабочего места контролера вычислительной машиной может заметно повысить эффективность контрольных операций. При работе на цеховом профилометре 240 производительность выше, работы упрощаются.

Метод визуальной оценки шероховатости обработанной поверхности, сравниваемой по эталону при помощи светоскопа, может успешно применяться в условиях цеха, изготовляющего или ремонтирующего сверхточные детали, независимо от типа производства. Для повышения надежности визуальной оценки шероховатости обработанной поверхности каждое рабочее место доводчика должно быть оборудовано лупой или светоскопом с набором эталонов шероховатости с градацией через разряд.

§ 68. Комплексный метод сокращения штучного времени

Проведение одновременных мероприятий в нескольких направлениях по сокращению основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времени называется комплексным методом сокращения штучного времени. Этот комплексный метод часто используется новаторами производства. Так, на участке, где трудится доводчица Герой Социалистического Труда М. Я. Гуляева, выпуск продукции участка и выпуск на одного рабочего увеличился в 1,5 раза при отличном качестве и снижении себестоимости продукции. Сокращения штучного времени обработки доводчица добилась применением наивыгоднейших паст, оптимальных режимов, установленных и проверенных личным опытом, подбором материала притира (по опыту).

Применение комплексного метода часто приводит к изменению части или всего технологического процесса. Примером такого изменения является перевод ручной доводки плоскопараллельных концевых мер длины на машинную доводку на московском заводе

«Калибр». Раньше доводка измерительных плиток выполнялась вручную, при этом требовалось большое количество притиров, а их правка — больших затрат физического труда, производительность при этом была низкой. Применение станка конструкции Семенова для доводки плоскопараллельных концевых мер длины позволило полностью механизировать эту трудоемкую работу и изменить технологию производства. Плиты, применяемые на станке конструкции Семенова, правят на специальном приспособлении (станке), сконструированном работником завода «Калибр» Е. С. Ждановым. Этот станок выполняет все движения, необходимые для правки по методу Витворта (метод трех плит).

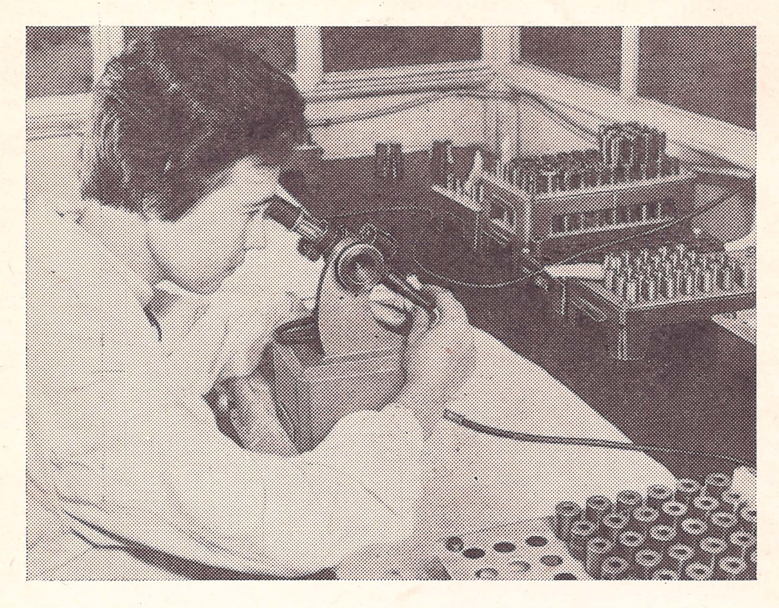


Рис. 74. Контроль состояния обработанной поверхности при помощи светоскопа

Внедрение в практику контроля светоскопов (рис. 74) резко повышает производительность.

Окончательную обработку деталей топливной аппаратуры, авиационных насосов и других выполняют в такой последовательности: финишная обработка рабочих поверхностей деталей в отдельности, затем дополнительная взаимная доводка (спаровка) на доводочных бабках вручную. При этом точность спаровки, а также производительность труда в значительной степени зависят от навыка рабочего. Спаровка является трудоемким процессом и точность ее должна быть высокой. ЦНИТА разработаны специальные внутридоводочные многошпиндельные станки (рис. 75), на которых процесс доводки осуществляется полуавтоматически. Благодаря

внедрению в производство этих станков и новой пасты цикл обработки сократился.

Путь сокращения штучного времени может быть и другим. На некоторых предприятиях считают целесообразным отказаться от спаровки, точность пары при этом обеспечивается методом групповой сборки пары (подбором деталей). Технические условия при

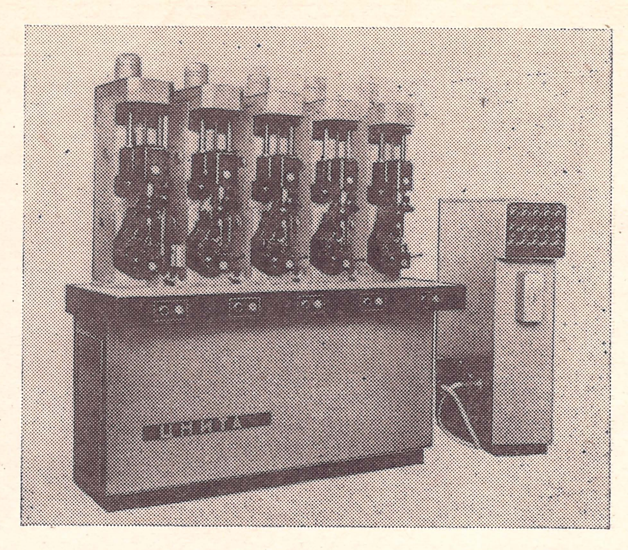


Рис. 75. Общий вид новейшей конструкции вертикальных внутридоводочных многошпиндельных станков

этом полностью выдерживаются. По такому методу работают, например, магаданские машиностроители.

Тщательный уход и правильная эксплуатация станков и оснастки сокращают количество ремонтов оборудования, удлиняют периоды между правками притиров, резко повышают сроки службы оборудования. Все это способствует сокращению штучного времени.

§ 69. Многостаночная работа

Многостаночная работа заключается в одновременной работе одного рабочего на нескольких станках. На рис. 76 показана линия доводочных станков, которую обслуживают многостаночники. Все ручные работы на каждом из обслуживаемых станков, т. е. заправка обрабатываемых деталей, пуск и останов станка, контроль качества обработки, снятие обрабатываемых деталей и т. д., выполняются в период обработки деталей на остальных станках.

Число станков, которое может обслуживать один рабочий, опре-

деляется из условия: время машинной работы одного станка должно быть равно или больше суммы времени ручной работы на всех остальных станках. Разница между машинным временем одного станка и суммой времени ручной работы на остальных станках будет представлять собой свободное, т. е. незагруженное время рабочего.

Для внедрения метода многостаночной работы доводчиков на предприятиях необходимо:

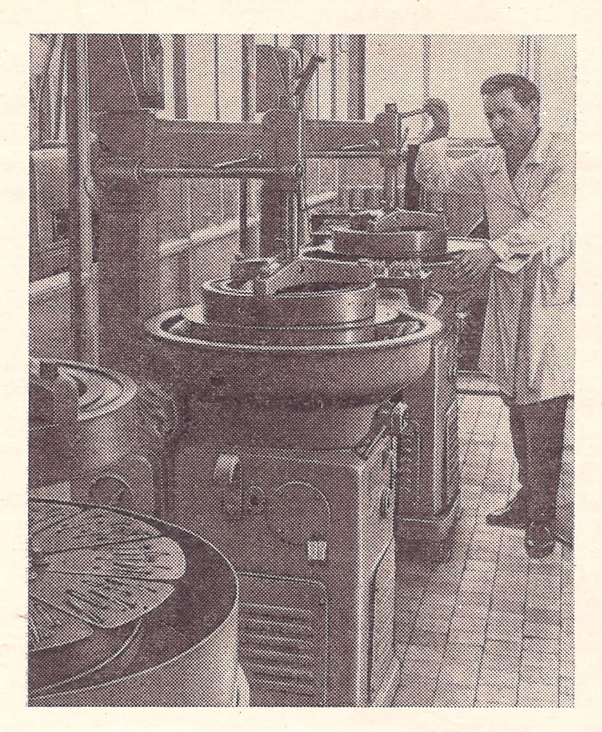


Рис. 76. Многостаночное обслуживание на доводочном участке

установить расчетным путем, будет ли доводчик за время работы одного станка свободно управляться со всеми ручными работами на остальных станках;

автоматизировать доводочные станки так, чтобы рабочий цикл выполнялся станком автоматически;

освободить многостаночников-доводчиков от выполнения вспомогательных работ по обслуживанию рабочего места (поставка заготовок и притиров, абразивно-доводочных смесей);

оснастить рабочее место быстродействующими приспособлениями для установки и контроля деталей необходимым количеством подставок или ящиков под детали;

рационально расставить станки, т. е. с таким расчетом, чтобы максимально сократить время на переход рабочего от станка к станку.

§ 70. Механизация и автоматизация процессов доводки

При работе на доводочных станках много времени расходуется на остановку и пуск станка, правку и шаржирование притиров, включение и выключение подачи абразивно-доводочных материалов в зону резания, установку и закрепление детали и др. Особенно много физического труда затрачивается при работе на доводочных бабках и подобных им станках. Механизация и автоматизация доводочно-притирочных работ дают возможность повысить производительность процесса доводки, улучшить качество выпускаемой продукции, облегчить труд рабочих и повысить культуру производства.

Механизацией производственных процессов называют полную или частичную замену физического труда человека работой машин, механизмов, приспособлений.

Автоматизацией производственных процессов называют выполнение всех технологических операций, транспортировки и контроля готовых изделий машинами без непосредственного участия человека и лишь под его контролем. Автоматизация производственных процессов является высшей, завершающей формой развития машинного производства. Внедрение средств механизации и автоматизации является одной из основных задач, поставленных перед отечественной промышленностью, так как это создает возможность роста производительности труда и приводит к резкому изменению условий и характера труда (рис. 77).

Возможности механизации и автоматизации доводочно-притирочных работ очень широки, так как многие виды работ выполняются еще вручную. Кроме того, имеющееся универсальное оборудование, за исключением новых моделей станков, слабо оснащено автоматическими устройствами.

К основным вопросам, которые подлежат разрешению в процессе механизации и автоматизации доводочно-притирочных работ, относятся: перевод ручных доводочных операций на станочные; модернизация старых доводочных станков с учетом требований производства, создание новых, более производительных и точных доводочных станков, на которых весь технологический процесс осуществляется автоматически, создание подналаживающих устройств «на размер» притиров для доводки отверстий, создание новых и надежных автоматизированных средств контроля.

Основными механизирующими и автоматизирующими устройствами на доводочных станках являются путевые переключатели, реле времени, реле скорости, фотоэлектрическое устройство с пневматическим длиномером, специальные оправки.

Путевые переключатели. Основным органом управления в схемах путевой электроавтоматики является путевой пере-

ключатель или реле пути, который представляет собой аппарат, замыкающий или размыкающий свои контакты, когда движущийся элемент станка приходит в определенную точку пути. В тех случаях, когда путевые переключатели установлены на концах пути, их называют конечными переключателями.

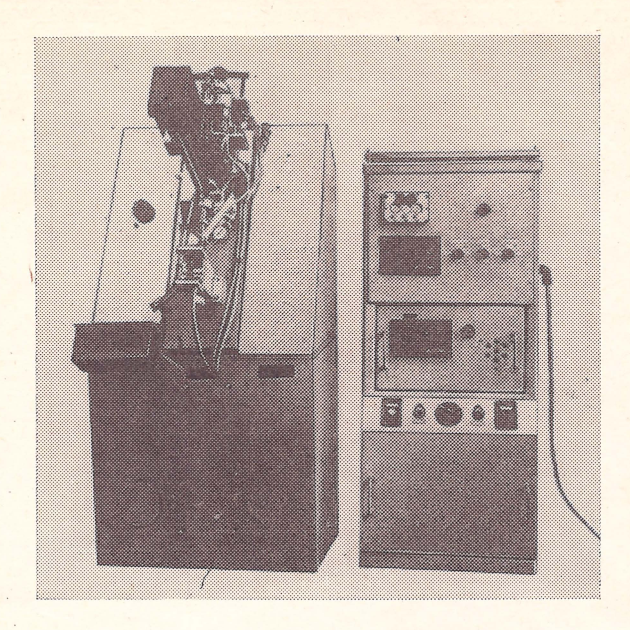


Рис. 77. Доводочный станок-автомат ЦНИТА-8180 с полуавтоматической загрузкой деталей

На рис. 78, *а* показано устройство путевого переключателя ВК-211 моментного (мгновенного) действия. При нажатии движущимся упором на толкатель этого переключателя происходит быстрое переключение контактов, причем скорость движения упора не оказывает влияния на время переключения контактов переключателя.

Помимо описанного путевого переключателя на доводочных станках широко применяются так называемые микропереключатели (рис. 78, *б*). Эти переключатели (типа МП-1) отличаются от других малыми габаритными размерами и малым рабочим перемещением штока (0,3—0,7 м). Микропереключатели выполняются в пластмассовом корпусе, весят всего несколько граммов и применяются при величине тока до 3 А и напряжении 380 В. Они отличаются высокой точностью срабатывания и требуют малого усилия нажатия штока. Благодаря применению особых пружин при нажатии на шток подвижный контакт микропереключателя скачком переходит из одного положения в другое. Таким образом обеспечивается мгновенное действие контактной системы.

Для защиты от внешних воздействий микропереключатели типа МП-3 поставляются также встроенными в металлический кожух. Такие переключатели имеют, однако, весьма большие размеры — 108×33×55 мм.

Реле времени. Автоматическое управление временем работы станка является одной из важнейших форм автоматизации до-

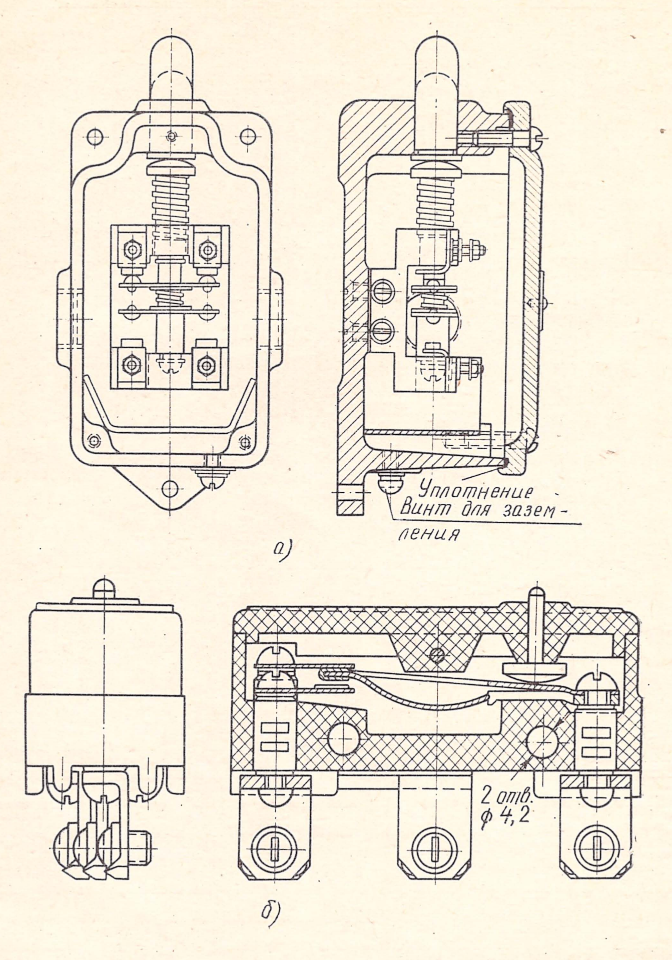


Рис. 78. Устройство путевых переключателей:
а — типа ВК-211, *б* — типа МП-1 (микровыключатель)

бодочных станков. Средство электроавтоматики, предназначенное для работы в цепи управления, которое через определенное время после подачи командного импульса замыкает или размыкает свои контакты, называется реле времени.

На рис. 79 приведена схема устройства маятникового реле времени РВМ-2, которое обеспечивает выдержку от 2 до 10 с с точ-

ностью $\pm 10\%$. Работает это реле времени следующим образом. Когда в схеме замыкается управляющий контакт *3*, включающий катушку *4*, якорь *2* реле втягивается внутрь катушки, причем коленчатый рычаг *1* поворачивается на оси *6* по часовой стрелке и сжимает пружину *7*. При этом рычаг *8* также начинает поворачиваться на оси *6* в том же направлении, так как его толкает сжатая пружина *7*.

Косозубый сектор *12* при этом приводит во вращение колесо *13*, от которого через зубчатую передачу приводится в движение анкерное колесо *14*. Оно поворачивается на один зуб при каждом колебании маятника *15*, вследствие чего скорость поворота рычага *8* замедляется.

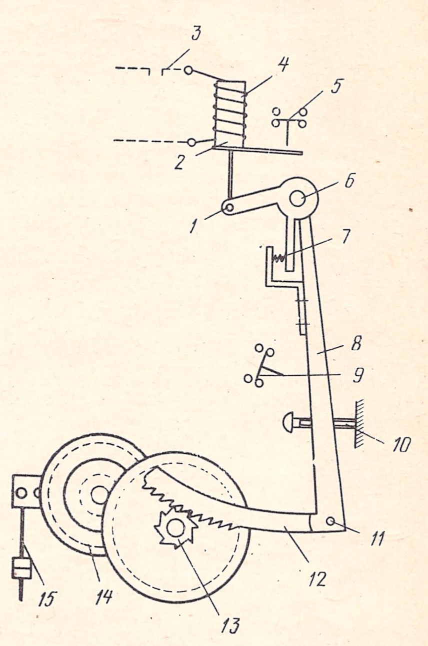


Рис. 79. Схема устройства маятникового реле времени РВМ-2

Когда косозубый сектор *12* пройдет весь путь зацепления с зубчатым колесом *13*, рычаг *8* быстро повернется и произведет воздействие на контакты *9*. Регулирование выдержки времени осуществляется изменением положения груза маятника *15*, а также изменением длины хода косозубого сектора *12* при помощи упорного винта *10*.

При отключении катушки *5* рычаг *8* под воздействием силы тяжести возвращается в исходное положение, причем косозубый сектор *12*, несколько поворачиваясь вокруг оси *11*, отклоняется вверх. Это вызывает расцепление косозубого сектора *12* с системой зубчатых колес, которая теперь не может мешать быстрому возвращению рычага *8* в первоначальное положение. Помимо контактов *9*, срабатывающих через определенный период, маятниковое реле имеет также контакты *5*, срабатывающие мгновенно при включении катушки.

Кроме маятникового реле времени для автоматизации технологических процессов применяют пневматические и электронные реле времени.

Реле скорости применяется в системах автоматического управления. Схема устройства этого реле показана на рис. 80, *а*.

Валик *1* связан с валом электродвигателя, скорость которого необходимо контролировать. На этом валике закреплен постоянный магнит *2*, выполненный из специального железоникелевого сплава и имеющий форму цилиндра. На этом же валике *1* на отдельных подшипниках устанавливается кольцо *3*, несущее на своей

внутренней поверхности обмотку *4*, аналогичную обмотке ротора короткозамкнутого асинхронного двигателя.

При вращении магнита в стержнях обмотки *4* возбуждается э.д.с. и появляется ток, в результате чего кольцо *3* повернется в сторону вращения магнита, точно так же ротор асинхронного двигателя начинает вращаться вслед за движением магнитного поля. При повороте кольца *3* толкатель *5* в зависимости от направления вра-

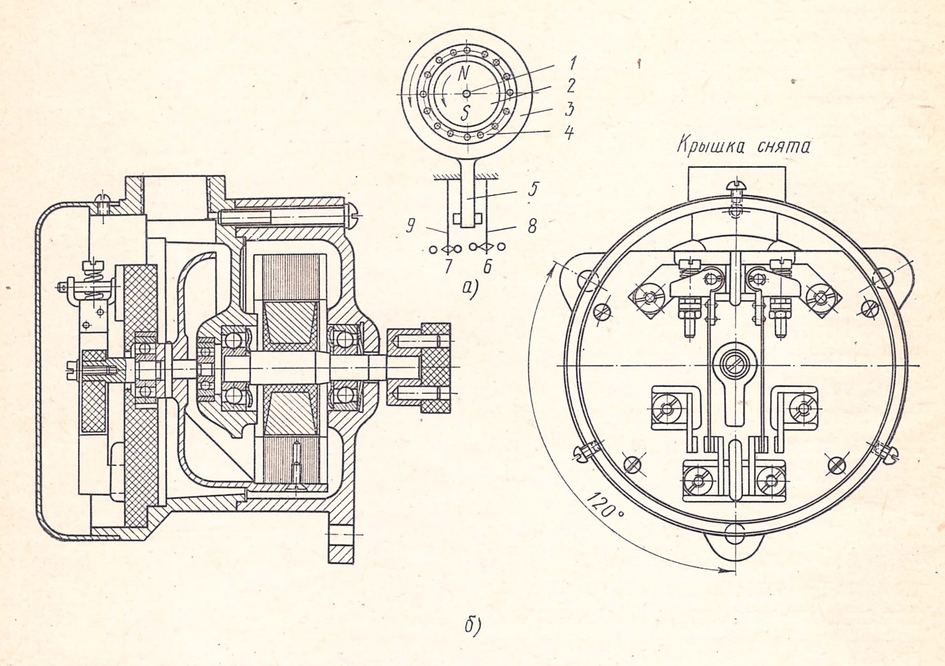


Рис. 80. Реле скорости:
а — схема устройства, *б* — конструкция

щения вала электродвигателя воздействует на контактную систему *6* или *7*. При приближении скорости двигателя к нулю толкатель *5* перестает нажимать на контактные пружины *8* или *9* и контактная система приходит в нормальное (исходное) положение.

На рис. 80, *б* показана конструкция реле скорости. С валом электродвигателя реле соединяется специальным поводком с эластичной шайбой. Реле предназначено для работы со скоростью вращения от 930 до 3000 об/мин. Наиболее широкое применение в станкостроении реле скорости получило в схемах торможения противовключением асинхронных двигателей.

Фотоэлектрическое устройство предназначено для автоматизации процесса доводки. Таким устройством оборудован доводочный станок ОС-013. При помощи этого устройства фиксируют размер детали с точностью до 1 мкм. Фотоэлектрическое

устройство состоит из фотоэлемента, электрической схемы и пневматического длиномера (ротаметра).

Работает устройство следующим образом. При увеличении зазора в процессе доводки увеличивается расход воздуха, проходящего через трубу ротаметра. В зависимости от расхода воздуха

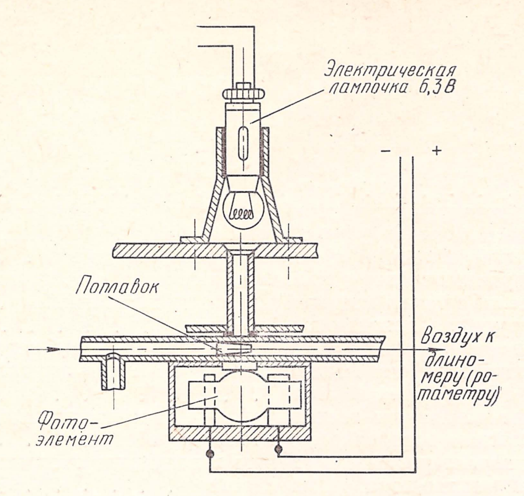


Рис. 81. Схема фотоэлектрического устройства

изменяется положение поплавка. Если в процессе обработки размер детали достигнет заданного предела, то поплавок займет такое положение, что преградит путь световому лучу, попадающему на фотоэлемент от источника света (рис. 81), и тем самым прервет электрическую цепь, станок выключится.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют пути сокращения машинного времени?
2. Как можно сократить вспомогательное время процесса доводки?
3. Что представляет собой комплексный метод сокращения времени доводки?
4. В чем заключается многостаночная работа доводчика?
5. Какими путями можно снизить удельный вес ручных доводочных операций?
6. Каково назначение и как работает реле времени, реле скорости?
7. Как можно автоматизировать контроль обрабатываемой детали в процессе доводки?

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Вячеслав Викторович Масловский

Технология обработки
на доводочно-притирочных станках

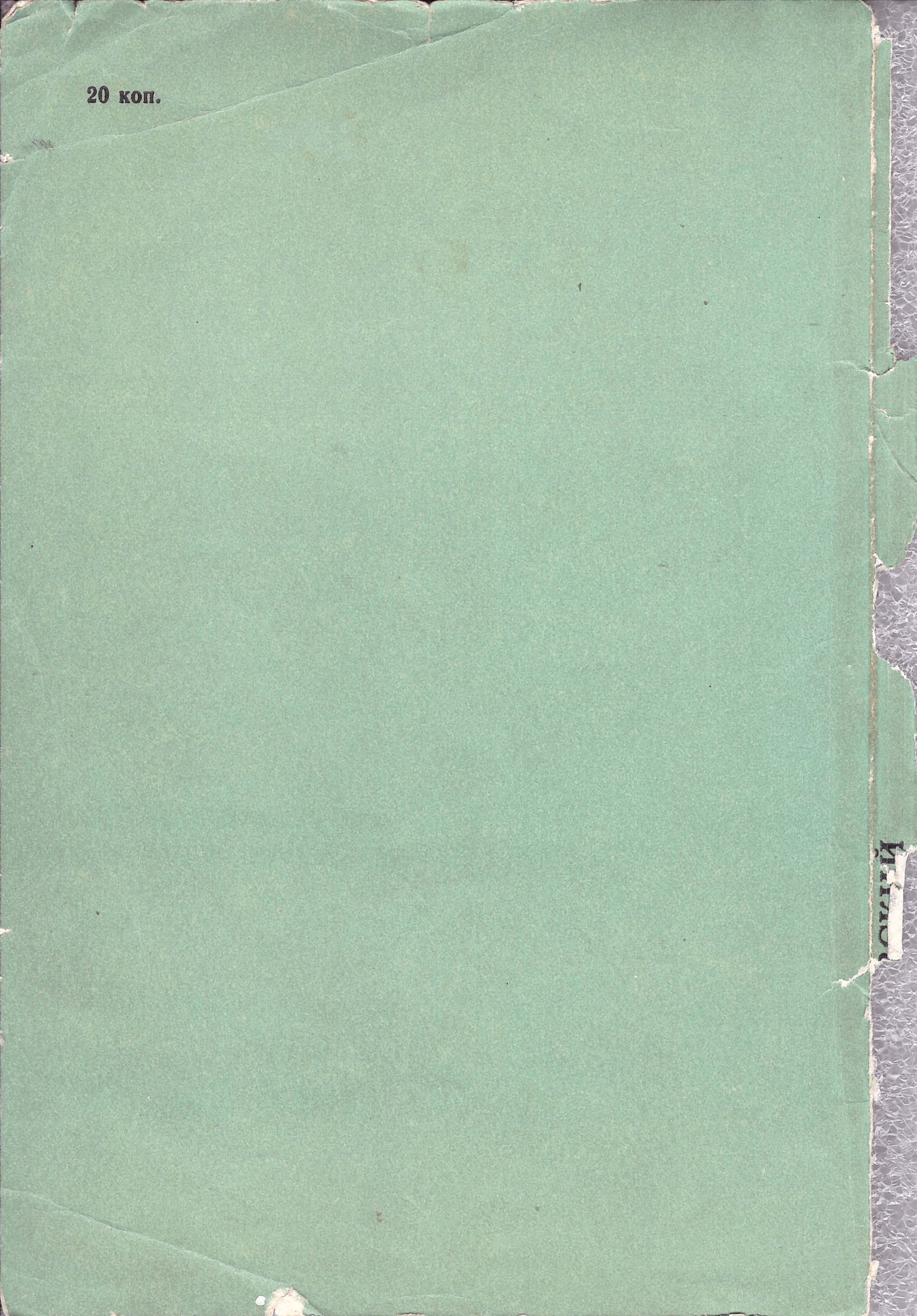
Редактор Н. А. Сальникова
Художественный редактор В. П. Бабикова
Технический редактор Н. А. Щелуханова
Корректор Г. А. Чечеткина

ИБ № 1806

Изд. № М-82 Сдано в набор 07.07.78. Подп. в печать 12.12.78. Т-16372
Формат 60×90 1/16. Бум. кн. журн. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Объем 9,5 усл. печ. л. 9,74 уч.-изд. л. Тираж 19 000 экз. Зак. № 560. Цена 20 коп.

Издательство «Высшая школа»,
Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.


20 коп.